

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS JARDIM BOTÂNICO**

FELIPE JOSÉ MARTINS HOFFMANN

**INTEGRAÇÃO ENTRE TPM E PMBOK APLICADA EM PROJETOS
INDUSTRIAIS – UM ESTUDO DE CASO**

Curitiba, PR

2011

FELIPE JOSÉ MARTINS HOFFMANN

**INTEGRAÇÃO ENTRE TPM E PMBOK APLICADA EM PROJETOS
INDUSTRIAIS – UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao curso de MBA em Gerenciamento de Projetos à Universidade Federal do Paraná para obtenção do grau de especialista em Gerenciamento de Projetos.

Orientador: Prof. Darli Vieira

Curitiba, PR

2011

RESUMO

O desenvolvimento de projetos em ambientes industriais vem crescendo significativamente nos últimos anos. Dessa forma, as empresas buscam uma maior produtividade, eficiência dos equipamentos instalados e a melhoria contínua dos processos que integram o sistema produtivo. Dentro do contexto de projetos, em empresas que empregam a metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*) existe um pilar chamado de Gestão Antecipada de Equipamentos (EEM), o qual é responsável pelo gerenciamento de projetos voltados à melhoria do processo produtivo.

A monografia presente integrará aspectos da metodologia TPM e o guia PMBOK, aplicada em projetos industriais. Inicialmente, serão percorridos conceitos da metodologia TPM, com foco no pilar de EEM. Na sequência, serão descritos pontos básicos do gerenciamento sugerido pelo guia PMBOK.

O foco principal do trabalho será no desenvolvimento do estudo de caso de uma empresa multinacional de embalagens, a fim de mostrar como funciona a integração entre tais metodologias na prática. Finalmente, serão feitas algumas sugestões para esta aplicação e será discutida a generalização da proposta para outras aplicações.

Palavras-chave: TPM, projetos industriais, PMBOK, integração.

ABSTRACT

The projects development in industrial environments has been growing significantly in the last years. So, the companies are interested in a higher productivity, equipment efficiency installed and continuous process improvements that compound production system. Within projects context, in companies that uses TPM methodology (Total Productive Maintenance) there is a pillar called Early Equipment Management (EEM), which is responsible for projects management toward improving of the production process.

The current text will integrate aspects from TPM methodology and PMBOK guide applied in industrial projects. First of all, will be discoursed basic concepts regarding TPM methodology, focused in EEM pillar. After that, will be described basic points of the management suggested by PMBOK's guide.

The main focus of this work will be in the study case development of a multinational packaging company, in order to show how it works the integration between both methodologies in practice. Finally, will be made some suggestions for this application and will be discussed this propose generalization for other applications.

Key-words: TPM, industrial projects, PMBOK, integration.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar a realização deste trabalho e do curso de MBA em Gerenciamento de Projetos.

À minha amada e querida esposa Valquiria, pela convivência afetiva e carinhosa no decorrer do curso; por me apoiar em todos os momentos que precisei, sejam eles bons ou ruins, me confortando e incentivando a continuar buscando o sucesso, mesmo com as dificuldades impostas pela distância em todas as semanas do curso. Te amo meu amor!

Aos meus pais Celso e Celi pelo apoio e carinho prestado em todo o período dedicado a este curso e por me incentivarem a sempre vencer os desafios impostos pelas adversidades da vida. Queridos pais, sempre serei grato por tudo que fizeram e fazem por mim!

Aos professores que tive no curso, principalmente ao coordenador do curso (prof. Amaro), pela dedicação prestada e conhecimentos transmitidos em toda a realização do MBA.

Ao meu orientador prof. Darli Vieira pela ajuda e orientação desta monografia.

LISTA DE ABREVIATURAS

AM	<i>Autonomous Maintenance Pillar</i>
DR	<i>Design Review</i>
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
EEM	<i>Early Equipment Management Pillar</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
E&T	<i>Education and Training Pillar</i>
FI	<i>Focus Improvement Pillar</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
JIPM	<i>Japanese Institute of Plant Maintenance</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MPT	Manutenção Produtiva Total
OTIF	<i>On Time In Full</i>
PS	<i>Project System</i>
PM	<i>Planned Maintenance Pillar</i>
PMBOK	<i>Project Management Book of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMO	<i>Project Management Office</i>
PMP	<i>Project Management Professional</i>
QM	<i>Quality Maintenance Pillar</i>
S&H	<i>Safety and Health Pillar</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>
WCM	<i>World Class Management</i>

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pilares do TPM.....	17
Figura 2 – Exemplo de <i>Design Reviews</i>	32
Figura 3 – Exemplo de Rota dos Design Reviews	33
Figura 4 – Indicadores do pilar EEM (OTIF).....	34
Figura 5 – Exemplo de projeto com OTIF ideal.....	34
Figura 6 – Exemplo de projeto com OTIF ruim	35
Figura 7 – Processos de gerenciamento de projetos	37
Figura 8 – Ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar, Agir)	37
Figura 9 – Áreas de conhecimento do Gerenciamento de Projetos.....	38
Figura 10 – Perfil de um Gerente de Projetos.....	39
Figura 11 – Sequência típica das fases no ciclo de vida de um projeto.....	40
Figura 12 – Visão geral do gerenciamento de integração com suas entradas, ferramentas e técnicas	42
Figura 13 – Exemplo de EAP ou WBS.....	44
Figura 14 – Visão geral do Gerenciamento de Escopo com suas entradas, ferramentas e técnicas	46
Figura 15 – Visão geral do gerenciamento de tempo com suas entradas, ferramentas e técnicas	48
Figura 16 – Exemplo de um cronograma desenvolvido no MS-Project.....	49
Figura 17 – Linha de base de custos do projeto	50
Figura 18 – Ilustração da técnica de valor agregado (EVA).....	51
Figura 19 – Gerenciamento de custos com suas entradas, ferramentas e técnicas.....	52
Figura 20 – Gerenciamento de qualidade com suas entradas, ferramentas e técnicas	53
Figura 21 – Gerenciamento de recursos humanos com suas entradas, ferramentas e técnicas	54
Figura 22 – Gerenciamento das comunicações com suas entradas, ferramentas e técnicas	56
Figura 23 – Exemplo de matriz de probabilidade e impacto de riscos	57
Figura 24 – Exemplo de análise qualitativa de riscos	58
Figura 25 – Exemplo de árvore de decisão.....	59
Figura 26 – Visão geral do gerenciamento de riscos	61
Figura 27 – Gerenciamento de aquisições com suas entradas, ferramentas e técnicas	63
Figura 28 – Fluxo resumido dos processos do PMBOK.....	64
Figura 29 – Proposta de modelo de integração entre TPM e PMBOK.....	65
Figura 30 – Exemplo de classificação ABC de um projeto.....	67
Figura 31 – Exemplo de um plano de comunicação	68
Figura 32 – Exemplo de sistema poka-yoke	69
Figura 33 – Exemplo de lubrificação centralizada pelo pilar de Manutenção Autônoma.....	69
Figura 34 – Exemplo de layout conceitual	70
Figura 35 – Exemplo de análise de riscos agregando a metodologia TPM e conceitos do guia PMBOK	71
Figura 36 – Exemplo de declaração de escopo	72
Figura 37 – Exemplo de cronograma detalhado de instalação de um projeto industrial.....	73
Figura 38 – Exemplo de uma lista de <i>spare parts</i>	78
Figura 39 – Exemplo de controle de ações do projeto	80

Figura 40 – Estratégia do pilar EEM da indústria de embalagens cartonadas.....	81
Figura 41 – Metodologia do pilar EEM de uma indústria de embalagens cartonadas	83
Figura 42 – Rota do pilar EEM	83
Figura 43 - À esquerda: processos do PMBOK, à direita: processos do TPM.....	84
Figura 44 – Fluxo de projetos de uma indústria de embalagens cartonadas.....	85
Figura 45 – Exemplo de <i>check-list</i> de um DR	86
Figura 46 – <i>Team target</i> do pilar EEM	87
Figura 47 – Gráfico comparativo de um projeto industrial utilizando EEM vs método tradicional.....	88
Figura 48 – à esq.: Indústrias sem pilar EEM; à dir.: com pilar EEM implantado.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de Resultados Tangíveis com a Implantação do TPM	14
Tabela 2: Implantação do TPM dividida em fases	16
Tabela 3: As seis grandes perdas divididas em grupo.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	10
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 Objetivo Geral.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
1.4 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4.1 Contribuição real.....	12
2. METODOLOGIA.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 TPM – Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total.....	14
3.1.1 Histórico.....	14
3.1.2 Pilares.....	17
3.1.2.1 Pilar de Melhorias Focadas	18
3.1.2.2 Pilar de Manutenção Autônoma.....	19
3.1.2.3 Pilar de Manutenção Planejada	20
3.1.2.4 Pilar de Educação e Treinamento	21
3.1.2.5 Pilar Manutenção da Qualidade.....	23
3.1.2.6 Pilar TPM Office	24
3.1.2.7 Pilar Segurança e Meio Ambiente	25
3.1.3 Definições	26
3.1.4 Indicadores	29
3.1.4.1 Indicadores de Eficiência	30
3.1.4.2 Indicador de Quebras e Pequenas Paradas	30
3.2 PILAR DE GESTÃO ANTECIPADA DE EQUIPAMENTOS (EEM)	30
3.2.1 Design Reviews (DRs).....	32
3.2.2 Indicadores	33
3.3 O guia PMBOK.....	35
3.3.1 Projeto	35
3.3.2 Gerenciamento de Projetos.....	36
3.3.3 Ciclo de vida de um projeto.....	39
3.3.4 Gerenciamento de integração.....	40
3.3.4.1 Termo de abertura do projeto	41
3.3.4.2 Declaração do escopo ou <i>Project Charter</i>	41
3.3.4.3 Plano de Gerenciamento do Projeto	42
3.3.5 Gerenciamento de escopo.....	43
3.3.5.1 Planejamento do escopo	43
3.3.5.2 Definição do escopo	43
3.3.5.3 Criação da EAP	44
3.3.5.4 Verificação do escopo	44

3.3.5.5	Controle do escopo.....	45
3.3.6	<i>Gerenciamento do tempo</i>	46
3.3.7	<i>Gerenciamento de custos</i>	49
3.3.7.1	Estimativa de custos.....	49
3.3.7.2	Orçamentação	50
3.3.7.3	Controle de custos	50
3.3.8	<i>Gerenciamento da qualidade</i>	52
3.3.9	<i>Gerenciamento dos recursos humanos</i>	53
3.3.10	<i>Gerenciamento das comunicações</i>	55
3.3.11	<i>Gerenciamento de riscos</i>	56
3.3.11.1	Planejamento de riscos	57
3.3.11.2	Identificação de riscos	57
3.3.11.3	Análise qualitativa de riscos	58
3.3.11.4	Análise quantitativa de riscos	58
3.3.11.5	Planejamento de respostas a riscos	59
3.3.11.6	Monitoramento e controle de riscos	60
3.3.12	<i>Gerenciamento de aquisições</i>	61
3.3.13	<i>Resumo dos processos</i>	63
4	PROPOSTA DE MODELO DE INTEGRAÇÃO ENTRE TPM E PMBOK	65
4.1.	<i>DR1 – Planejamento</i>	66
4.2.	<i>DR2 – Projeto detalhado</i>	67
4.3.	<i>DR3 – Desenvolvimento</i>	73
4.4.	<i>DR4 – Instalação</i>	74
4.5.	<i>DR5 – Comissionamento e testes</i>	77
4.6.	<i>DR6 – Encerramento</i>	78
5	ESTUDO DE CASO – TPM E GESTÃO DE PROJETOS NA PRÁTICA APLICADOS EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS CARTONADAS	81
6	CONCLUSÕES	90
7	BIBLIOGRAFIA	92

1. INTRODUÇÃO

A monografia presente abordará aspectos da integração entre a metodologia de produção TPM (Total Productive Maintenance) e o guia PMBOK, aplicada em projetos industriais.

Inicialmente, será feito um estudo básico da metodologia TPM, com foco no pilar de projetos (EEM – Early Equipment Management). Na sequência, serão descritos pontos básicos do gerenciamento sugerido pelo guia PMBOK, do PMI. O foco principal do trabalho será no desenvolvimento do estudo de caso de uma empresa multinacional de embalagens, a fim de mostrar como funciona a integração entre tais metodologias na prática de projetos industriais.

Finalmente, serão feitas algumas sugestões a fim de melhorar tal integração, aplicando a técnica de melhoria contínua.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como melhorar a integração entre a metodologia TPM e o guia PMBOK, na prática da engenharia de projetos industriais?

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Será feita uma introdução sobre os conceitos básicos da metodologia TPM ou MPT (Manutenção Produtiva Total), com um detalhamento maior no pilar de projetos ou de Gestão Antecipada de Equipamentos. Em seguida, serão apresentadas algumas definições básicas do guia PMBOK, as quais auxiliarão no processo do entendimento geral da integração entre TPM e o guia PMBOK. Por conseguinte, será discorrido um estudo de caso sobre o emprego da integração dessas duas vertentes na prática de projetos industriais, e como encerramento serão sugeridas algumas melhorias.

Neste trabalho não está incluso um aprofundamento em nenhuma das metodologias utilizadas (TPM e PMBOK), pois o foco do trabalho está no âmbito prático da integração das mesmas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Estudar a integração entre a metodologia TPM e do guia PMBOK no desenvolvimento de projetos industriais.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os princípios básicos da metodologia TPM, com foco no pilar de projetos da empresa de embalagens considerada no trabalho;
- Discorrer sobre os principais conceitos do guia PMBOK, necessário para entender o processo de gerenciamento de projetos;
- Mostrar como pode ser realizada a integração entre as metodologias TPM e do PMI na prática. Em seguida, realizar um estudo de caso na empresa de embalagens;
- Sugerir melhorias no processo de gerenciamento de projetos industriais da empresa de embalagens;
- Discutir generalidades da proposta para outras aplicações.

1.4 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de projetos em ambientes industriais vem crescendo significativamente nos últimos anos. Além disso, as empresas buscam uma maior produtividade, eficiência dos equipamentos instalados, qualidade do produto e a melhoria contínua dos processos que integram o sistema produtivo.

Dentro do contexto de projetos em empresas que empregam a metodologia TPM existe um pilar chamado de Gestão Antecipada de Equipamentos, o qual é responsável pelo gerenciamento de projetos voltados à melhoria do processo produtivo. Acerca deste pilar a metodologia do guia PMBOK é utilizada para o gerenciamento dos projetos, o qual é empregado com o objetivo de reduzir o tempo de instalação, com baixo impacto na produção, bem como na redução de custos e entrega do projeto no prazo estipulado.

Na empresa de embalagens existe a integração entre as metodologias TPM e do PMI, durante todo o ciclo de vida dos projetos. Porém, existem algumas divergências quando as mesmas são aplicadas em alguns destes projetos. É com base nestas, que podem ser sugeridas algumas melhorias para ajustar o processo de integração entre as metodologias. Sendo assim, é interessante para o desenvolvimento profissional e pessoal fazer um estudo de ambas, pois dessa forma serão agregados conhecimentos tanto no âmbito profissional quanto no acadêmico.

1.4.1 Contribuição real

A contribuição deste trabalho será de grande valia para empresas que utilizem a metodologia TPM para gerenciar seus projetos, pois a idéia deste trabalho é apresentar e discutir pontos fortes e fracos no uso desta metodologia, quando aplicada em projetos industriais. Este trabalho poderia ajudar, por exemplo, uma empresa que está implantando a metodologia TPM, mostrando aspectos positivos e negativos do uso desta, pois esse conhecimento geralmente não é encontrado em bibliografias, mas sim em exemplos práticos de empresas que já a utilizam.

2. METODOLOGIA

Basicamente realizar-se-á uma pesquisa da metodologia TPM, abordando com mais foco o pilar de projetos (EEM). Toda a teoria será buscada nos acervos da empresa de embalagens, onde existe uma vasta bibliografia sobre o assunto e na qual será desenvolvido um estudo de caso neste trabalho.

Como segunda etapa, será realizado um filtro dos principais conceitos e definições do guia PMBOK, a fim de explicar, de forma sucinta, o que é gerenciamento de projetos para o PMI.

Será utilizado também o recurso de pesquisa exploratória, conversando com pessoas mais experientes dentro da área de projetos da empresa de embalagens, os quais serão orientadores e formadores de opinião para este trabalho atingir seu objetivo proposto.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 TPM – Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total

3.1.1 Histórico

No início da implementação, o TPM não foi aplicado de forma abrangente nas indústrias, ficando restrito ao processo produtivo, principalmente nas partes relativas aos equipamentos (máquinas) de produção. Considera-se que este envolvimento inicial é o primeiro passo para que toda a organização, inclusive partes como desenvolvimento de produtos e processos, vendas, planejamento, finanças, etc. adotem o TPM como a ferramenta de melhoria contínua.

Segundo TAKHASHI (1993, pág. 23), empresas que adotam o TPM como ferramenta de gestão comumente melhoram os seus indicadores de desempenho, em vários aspectos como:

- Aumentando a eficiência do equipamento;
- Diminuindo as perdas de qualidade e reclamações de clientes;
- Otimizando custos;
- Reduzindo acidentes;
- Promovendo o envolvimento dos empregados da empresa, através da sua participação nas atividades e no aumento do número de sugestões.

Na Tabela 1 são mostrados alguns possíveis resultados a serem alcançados através da implementação do TPM.

Tabela 1: Exemplos de Resultados Tangíveis com a Implantação do TPM

Fonte: TAKHASHI (1993)

Produtividade	Aumento de 1,5 a 2 vezes na produtividade da linha de fabricação
	Aumento aproximado de 25x no tempo em que ocorrem quebras repentinas
	Aumento da eficiência da planta entre 1,5 e 2 vezes
Qualidade	Redução das taxas de defeito em 90%
	Redução das reclamações de clientes em 75%
Custos	Redução dos custos de produção em 30%
Segurança	Redução dos acidentes de trabalho para 0
	Redução dos acidentes ambientais para 0
Entrega	Redução do inventário de trabalho em andamento em 50%
Moral	Aumento do número de sugestões entre 5 e 10 vezes

Além dos resultados tangíveis, alguns resultados intangíveis também podem ser alcançados como:

- Operadores de máquina podem realizar o gerenciamento de suas áreas de trabalho – são os “donos” do equipamento, trabalham por si mesmo sem necessidade de direcionamento constante de seus superiores;
- Eliminação de quebras e defeitos através da mudança cultural dos operadores;
- Transformação de lugares sujos, com óleo, mal cuidados, em locais limpos com melhores condições de trabalho;
- Melhoria da imagem da empresa frente a seus visitantes devido ao ambiente de trabalho.

Como inicialmente as atividades do TPM eram desempenhadas apenas nos processos produtivos, o JIPM determinou cinco pontos estratégicos para o desenvolvimento do programa:

1. Maximização do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*, ou Eficiência Global do Equipamento);
2. Estabelecimento e compreensão do sistema de manutenção planejada cobrindo todo o ciclo de vida dos equipamentos e suas componentes;
3. Melhora da eficiência de todos os departamentos que planejam, utilizam e mantêm os equipamentos;
4. Envolvimento de todos os níveis hierárquicos da empresa, desde a presidência até o chão de fábrica;
5. Promoção da manutenção planejada através da motivação das pessoas, como por exemplo, a utilização de pequenos grupos de atividades específicas.

Com o TPM deixando de ser aplicado apenas nas áreas produtivas e passando a ser utilizado em todos os setores das empresas, em 1989, o JIPM revisou as estratégias de sua implantação. Assim, foram definidos quais seriam as novas direções que as empresas deveriam buscar para o desenvolvimento pleno do programa TPM:

1. Construir uma cultura organizacional a qual será responsável pela maximização da eficiência dos sistemas de produção;

2. Construir, através da abordagem junto às pessoas do chão de fábrica, uma empresa que previna todos os tipos de falha (assegurando zero acidentes, zero defeitos e zero quebras);
3. Incluir todos os departamentos no desenvolvimento do TPM, incluindo desenvolvimento, vendas e finanças;
4. Envolver a todos – do presidente às pessoas que trabalham no chão de fábrica;
5. Atingir zero perdas através da criação de pequenos grupos de atividades contínuos.

Segundo WYREBSKI (1997, pág. 47), a implantação do TPM foi então dividida em doze fases agrupadas em quatro grandes grupos, conforme descrito abaixo.

Tabela 2: Implantação do TPM dividida em fases

Fonte: WYREBSKI (1997)

Passo	Ponto Chave
Preparação	
1. Anúncio formal da decisão da utilização do TPM	-Anúncio feito pelo top-management em reunião da fábrica; publicação na revista interna da empresa
2. Conduzir uma campanha explicativa	- Para executivos: treinamentos específicos de acordo com as posições e responsabilidades - Para operários: comunicação através de slides
3. Criar um departamento para promover o TPM	- Definir um comitê e subcomitês com a participação de especialistas - Definir pessoas que farão parte do TPM Management
4. Estabelecer a política e os objetivos	- Definir valores iniciais e objetivos - Fazer prognósticos dos efeitos
5. Desenhar um master plan para implantação	- Garantir que master plan esteja de acordo com os critérios de premiação do JIPM
Introdução	
6. Iniciar o TPM dentro da empresa (kick-off)	- Convidar fornecedores, contratados (terceirizados) e empresas do mesmo grupo
Implementação	
7. Definir as formas de trabalho da organização para maximizar a eficiência de produção	- Perseguir a melhora da eficiência da produção
7.1 Conduzir atividades de melhorias focadas	- Definir times de melhoria e atividades nos locais de trabalho através de pequenos grupos
7.2 Estabelecer um programa de manutenção autônoma	- Passar todos os passos, um de cada vez e na sua seqüência, garantindo que auditorias sejam realizadas
7.3 Implantar um programa de manutenção planejada	- Manutenção corretiva - Manutenção com a máquina parada (preventiva) - Manutenção Preditiva
7.4 Definir as necessidades de treinamento de operadores e mantenedores, e iniciar treinamentos	- Treinamento para líderes que devem passar o conhecimento para as outras pessoas
8. Definir um sistema de gerenciamento antecipado para novos produtos e equipamentos	- Desenvolver produtos e equipamentos de fácil utilização (amigáveis)
9. Definir um sistema de manutenção da qualidade	- Estabelecer, manter e controlar as condições para zero defeitos
10. Definir um sistema de gerenciamento e suporte a produção	- Aumentar o suporte a produção - Melhorar e dinamizar as funções das pessoas e o ambiente de trabalho
11. Desenvolver um sistema de gerenciamento para saúde, segurança e meio ambiente	- Garantir que a empresa esteja livre de acidentes pessoais e ambientais
Consolidação	
12. Sustentar uma implantação segura e completa em todos os níveis	- Candidatar-se aos prêmios - Buscar novos objetivos de otimização do processo

Para TAKHASHI (1993, pág. 54) o TPM está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento, onde todos os funcionários, independente de nível hierárquico, são envolvidos.

3.1.2 Pilares

A estrutura do TPM é formada por Pilares, os quais, por analogia, podem ser comparados com os departamentos de uma estrutura organizacional que não segue o método de trabalho TPM.

Existem quatro pilares fundamentais:

- Melhorias Focadas;
- Manutenção Autônoma;
- Manutenção Planejada;
- Educação & Treinamento.

Além destes quatro pilares fundamentais, existem outros quatro que completam o programa TPM:

- Gestão Antecipada de Projetos e Produtos;
- Manutenção da Qualidade;
- TPM Office;
- Segurança e Meio Ambiente.

Estes oito pilares fazem parte da estrutura formal estabelecida pelo JIPM, apresentada na figura 1, porém existem algumas derivações desta estrutura que podem ser observadas na prática.

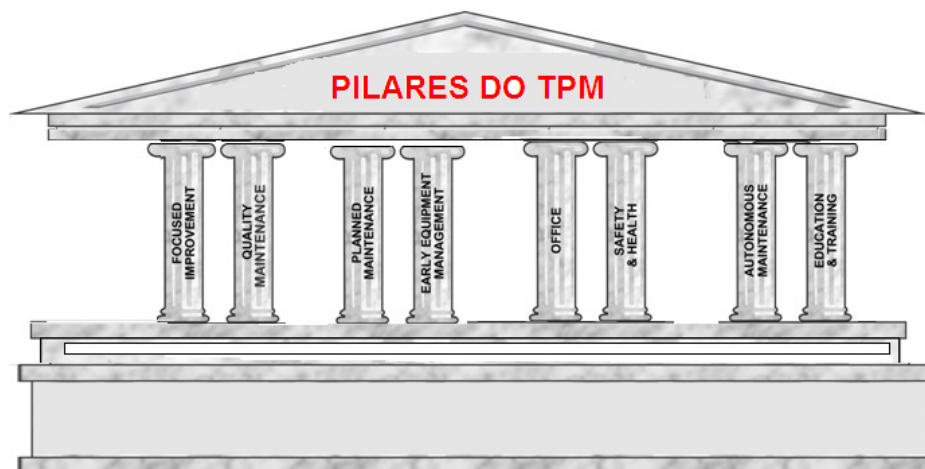


Figura 1 – Pilares do TPM

Fonte: Autoria própria, 2011.

3.1.2.1 Pilar de Melhorias Focadas

Segundo BORNIA (1995, pág. 256), o objetivo do Pilar de Melhorias Focadas é maximizar a eficiência dos equipamentos de produção, dos processos e da fábrica através da eliminação das perdas e da melhoria contínua dos mesmos. Este Pilar é caracterizado por um conjunto de atividades funcionais de curta e média duração, e quem o compõem são engenheiros de processo, pessoas ligadas à manutenção de equipamentos e operadores / responsáveis pelas máquinas de produção.

Em indústrias de processo contínuo, o Pilar de Melhorias Focadas tem seu trabalho voltado diretamente para o processo produtivo, através da criação de grupos de melhoria e desenvolvimento de atividades específicas que visam o aumento do OEE das máquinas.

Segundo ALLEN (2003, pág. 103), como o processo de produção envolve pessoas, e não apenas essencialmente máquinas (como por exemplo, indústrias de montagem), o Pilar de Melhorias Focadas tem como objetivo eliminar perdas relacionadas à quebra de equipamento, a pequenas paradas e ao manuseio incorreto. Caso o foco seja estritamente no equipamento, os grupos de trabalho seguem um método similar ao utilizado nas indústrias de montagem. O método consiste, de uma maneira simplista, em documentar e analisar as maiores perdas do equipamento, estudando cuidadosamente as condições de processo a fim de identificar os pontos críticos ou deteriorados (pontos os quais não apresentam a condição básica de trabalho, trabalhando assim, fora das especificações definidas para o processo). Após esta identificação, são planejadas ações de restabelecimento de condições básicas e/ou de melhoria do processo.

A implantação das atividades do Pilar de Melhorias Focadas passa por um ciclo que deve ser repetido constantemente, composto pelas seguintes etapas:

1. Seleção do tópico de trabalho
2. Definição da equipe de trabalho
3. Registro do trabalho
4. Implementação da melhoria
5. Avaliação dos resultados

Sempre que este ciclo for repetido, pode-se considerar um trabalho dirigido por Melhorias Focadas. A partir do momento em que este ciclo esteja incorporado

nas atividades das pessoas, o Pilar deixa de ser necessário como estrutura fixa, pois a melhoria já acontece sem necessidade de apoio específico.

É importante destacar que o trabalho do Pilar não está ligado apenas a projetos isolados de melhoria de equipamento / processo, mas sim ao OEE desejado e estabelecido durante a fase de implantação do programa TPM.

Segundo BERK (1997, pág. 178) os grupos de Melhorias contínuas devem ter alguns princípios associados ao seu trabalho. Assim, é de responsabilidade do Pilar garantir que todas as pessoas que integrem os seus grupos tenham a seguinte atitude:

- Entendam por completo a filosofia da melhoria contínua;
- Entendam por completo o significado da perda e o seu impacto dentro do OEE;
- Entendam o processo produtivo como um todo e de forma detalhada, incluindo a sua teoria e seus princípios;
- Coletem dados de todos os problemas relativos ao trabalho que está sendo executado;
- Garantam as condições básicas do equipamento para que o funcionamento seja correto e torne fácil a definição dos problemas que estão causando as perdas;
- Entendam e utilizem as técnicas adequadas para análise, redução e eliminação das perdas;
- Observem as condições de trabalho para entender o que realmente está acontecendo.

3.1.2.2 Pilar de Manutenção Autônoma

Duas palavras são fundamentais para que a Manutenção Autônoma possa ter sucesso entre os pilares do TPM: rigor e continuidade. Um outro fator fundamental para que sua existência seja eficaz é a integração com os Pilares de Melhorias Focadas e Educação & Treinamento.

Segundo HARDING (1981, pág. 82), os objetivos dos departamentos de produção são produzir artigos (produtos) de boa qualidade ao menor preço e com a maior velocidade possível. Para isso, uma das mais importantes tarefas são a detecção e a eliminação de anomalias de processo de forma rápida e eficaz, sendo este o objetivo para qualquer tipo de manutenção. A Manutenção Autônoma inclui

todas as atividades realizadas pelo departamento de produção, com função de manutenção de forma a manter a produtividade e a eficiência da fábrica alta e de acordo com o planejamento existente.

Assim, os objetivos da Manutenção Autônoma são:

- Prevenir o deterioramento do equipamento através da correta operação e do monitoramento diário;
- Manter o equipamento sempre em suas condições básicas de uso através de restauração e gerenciamento das condições;

Estabelecer quais são as condições básicas necessárias para manter sempre o equipamento em regime normal de funcionamento.

3.1.2.3 Pilar de Manutenção Planejada

O objetivo do Pilar de Manutenção Planejada é estabelecer e manter as condições ótimas de equipamento e processo, sendo também eficiente na relação custo x benefício. É de sua responsabilidade também construir um sistema de manutenção metódica e de melhoria contínua buscando zero quebras.

Segundo NAKAJIMA (1989, pág. 137), o Pilar de Manutenção Planejada tem a mesma visão do Pilar de Manutenção Autônoma em relação ao departamento de produção, mas com o envolvimento de diferentes pessoas. Além desta mesma visão, ainda deve garantir que a manutenção seja feita de forma correta e eficaz.

Após implantação do sistema de manutenção, as pessoas ligadas à mesma devem conduzir dois tipos de atividade:

- Atividades que melhoram o equipamento;
- Atividades que melhoram a tecnologia de manutenção e a habilidade dos manutentores.

Para que todos estes pontos sejam cobertos, a Manutenção Planejada deve identificá-los, relacionando cada um destes pontos com os tipos de manutenções existentes definindo caso a caso qual é a melhor opção de acordo com o custo e a necessidade da fábrica em ter um determinado equipamento rodando.

Manutenção baseada em tempo (TBM) – consiste em inspeções periódicas para reparo ou troca de componentes e limpeza de equipamentos prevenindo assim quebras repentinas. Faz parte tanto das atividades de Manutenção Planejada como de Manutenção Autônoma.

Manutenção baseada em condição (CBM) – utilizada para monitorar o comportamento dos equipamentos ao longo do tempo através de ensaios não destrutivos. À medida que possíveis falhas são detectadas avalia-se o seu risco e decide-se pela intervenção ou não no equipamento em questão.

Manutenção à Quebra (BM) – ao contrário dos itens anteriores, este tipo de manutenção só é executada quando o equipamento quebra. Para avaliar a possibilidade da utilização deste tipo de manutenção deve-se levar em conta alguns fatores, como importância do mesmo em todo o processo produtivo, custo da falha, tempo de reparo.

3.1.2.4 Pilar de Educação e Treinamento

Segundo Allen (2003, pág. 210), o objetivo do pilar de educação & treinamento é estabelecer um sistema de educação e treinamento voltado para a maximização dos potenciais de todas as pessoas da empresa, com o objetivo de promover o aumento do conhecimento das pessoas. estes treinamentos devem iniciar a partir do primeiro dia em que se decide implementar o programa TPM baseado nas características particulares das pessoas e nas necessidades de desenvolvimento ou melhoramento das habilidades pessoais, tanto humanas como técnicas.

Basicamente há dois tipos de treinamento no programa TPM: *on the job* e desenvolvimento autônomo. Além dos treinamentos trazerem benefícios para empresa, a moral do empregado também aumenta, pois os conhecimentos adquiridos podem ser utilizados também na sua vida pessoal, aumentando assim o seu envolvimento com o trabalho.

Para que isso seja possível, todos os gerentes e supervisores (e demais cargos de liderança) também devem dedicar seu tempo para educar e treinar pessoas, garantindo assim o desenvolvimento pessoal e profissional dos seus subordinados.

O Pilar de Educação & Treinamento torna-se fundamental dentro do TPM à medida que os grupos avançam e necessitam de maiores conhecimentos para que todas as fases sejam executadas. A interação deste pilar com os Pilares de Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada é bastante forte, pois servirá de apoio para desenvolver habilidades necessárias para que operadores e manutentores venham a desenvolver os métodos propostos por estes Pilares.

Assim, o Pilar de Educação & Treinamento é dividido em seis etapas:

1. Analisar o corrente programa de treinamento definindo qual é a nova política e as estratégias a serem adotadas – em geral, as empresas treinam seus funcionários de alguma maneira, mas isso não significa que este treinamento seja feito de forma organizada, voltada para atingir metas. O que deve ser feito é analisar a situação atual, revendo o que está sendo feito e estruturando os treinamentos de forma que estes sejam aplicados seguindo metodologias de ensino adequadas, no momento em que exista demanda para o mesmo (a demanda vem da necessidade de eliminação das perdas do processo e do desenvolvimento de instrutores internos para estas perdas), alcançando assim o resultado esperado. Para isso, a empresa deve traçar uma estratégia de treinamento, onde esteja claro qual a sua política, objetivos e prioridades.

2. Desenhar um Programa de Treinamento para melhoria das habilidades da operação e manutenção – instalar novas máquinas e não treinar as pessoas na sua operação / manutenção é fato comum nas empresas. Antes da instalação de novos equipamentos ou no momento da contratação de novos funcionários, devem estar mapeados quais são os conhecimentos necessários para que estas pessoas possam trabalhar nas máquinas, eliminando assim as perdas relacionadas ao método de trabalho. Cada empresa deve desenhar o seu sistema particular, garantindo que o conhecimento e as habilidades necessárias estejam sempre atualizados e de acordo com a tecnologia existente na fábrica.

3. Implementar os treinamentos de operação e manutenção – fichas de treinamento devem ser criadas de forma a garantir que o treinamento não omita nenhum dos pontos programados anteriormente. O material, sempre que possível, deve ser desenvolvido internamente de forma a mostrar a realidade e não apenas exemplos teóricos. Em geral, o treinamento deve conter cerca de 70% de partes práticas e 30% de partes teóricas (leituras, discussões, etc.). O material deve estar claro para todas as pessoas presentes, utilizando para explicação textos, esquemas, diagramas, desenhos e qualquer outro recurso que facilite a compreensão do material que está sendo abordado. A parte prática do treinamento deve ser particular, procurando evitar que seja feita em grupos, enquanto que a parte teórica pode ser explicada para grupos entre 6 e 10 pessoas para um melhor aproveitamento. O treinamento deve demonstrar a realidade, e sempre que possível

ligar o que está sendo explicado com situações já vividas anteriormente nos processos de produção.

4. Desenvolver um programa de treinamento de longo prazo – de acordo com as necessidades das empresas, treinamentos devem ser planejados de forma a garantir que seus empregados estejam sempre atualizados com as novas tecnologias, desenvolvam as suas competências técnicas e suas competências gerenciais de forma a otimizar os resultados alcançados.

5. Estimular o desenvolvimento autônomo e fazer com que o mesmo seja parte da rotina de trabalho – é importante para os empregados eliminar as suas fraquezas (de conhecimento) e desenvolver as suas habilidades dentro do próprio dia a dia. Não se deve permitir que a rotina diária e as tarefas exigidas atrapalhem neste desenvolvimento. A criação de um ambiente que estimule o aprendizado também é fundamental, sendo este um dos fatores mais importantes para que o desenvolvimento autônomo possa ser realizado. Não se deve confundir este tipo de treinamento com um processo de tentativa e erro ou um método de aprender tentando, sendo na verdade um método que estimula o conhecimento através de estudos e troca de experiência.

6. Avaliar as atividades e definir planos futuros – para que o sistema funcione e traga benefício para empresa, deve-se avaliar os resultados obtidos a partir dos treinamentos aplicados. Periodicamente as habilidades julgadas necessárias anteriormente devem ser revistas, assim como os sistemas de treinamentos, garantindo que os mesmos estejam sempre atualizados e de acordo com as necessidades.

3.1.2.5 Pilar Manutenção da Qualidade

Segundo BERK (1997, pág. 101), o objetivo do Pilar de Manutenção da Qualidade é manter e constantemente melhorar a qualidade dos produtos fabricados buscando atingir zero defeitos no processo de fabricação maximizando assim a eficiência do mesmo.

Para produção de produtos perfeitos, devem-se definir quais são as condições necessárias de processamento (temperaturas, pressões, tensões, etc.), de matéria prima, e estabelecer quais são os parâmetros e tolerâncias máximas para um processo livre de defeitos. Com esta definição, deve-se criar um sistema que garanta a otimização do processo de qualidade buscando atingir zero defeitos.

Este sistema é gerenciado através de *check-lists* periódicos, onde as condições são verificadas e medidas para que possam ser confrontadas com os padrões estabelecidos. Os defeitos são eliminados através da análise destes *check-lists* que podem demonstrar tendências fazendo assim que as ações sejam preventivas e não corretivas.

Dentro deste pilar utilizam-se ferramentas da qualidade, como: diagrama causa e efeito, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), *brainstorming*, estratificação, matrizes QA, QX e QM, etc.

3.1.2.6 Pilar TPM Office

Segundo NAKAJIMA (1989, pág. 67), "As empresas devem criar uma estratégia alinhada aos desafios relacionados ao mercado atual, onde o tempo de disponibilização de um produto para os consumidores deve ser o mais rápido possível". Ao mesmo tempo, deve criar uma diferenciação em relação aos seus competidores quanto à qualidade dos seus produtos e os custos do mesmo. Este é um dos mais importantes desafios relacionados ao gerenciamento, desenvolvimento e estabelecimento das empresas no seu nicho de mercado.

Cerca de 80% dos custos do produto são relacionados ao seu desenvolvimento, design e etapas de produção. Os departamentos de desenvolvimento e design (e todos os outros departamentos de apoio à produção) devem trabalhar de forma a garantir que nenhum (ou o mínimo) efeito seja sentido pelo departamento de produção e pelo cliente final quando da fabricação do produto em questão, não gerando produtos com baixa funcionalidade para o mercado e grandes perdas no processo de fabricação. Mas o departamento de produção também tem as responsabilidades de entregar os produtos on time (no prazo combinado) e com a qualidade e o custo pré-determinados pelos departamentos de engenharia e desenvolvimento. Isto não é responsabilidade de um único departamento, pois exige um esforço de toda a empresa em conjunto e de forma estruturada. Assim, o TPM Office é o Pilar responsável por suportar todas estas áreas relativas aos departamentos de apoio à produção e o setor administrativo.

Segundo NAKAJIMA (1989, pág. 44), "As atividades do TPM na área administrativa e de suporte à produção não envolvem os equipamentos instalados na fábrica". A rotina é otimizar os processos administrativos, padronizando a sua

execução de forma a reduzir o tempo das tarefas e as perdas geradas pela execução incorreta da mesma.

Assim, o TPM Office trabalha em três frentes de trabalho:

Ao contrário dos departamentos de produção, alguns departamentos como planejamento, desenvolvimento, engenharia, entre outros, não agregam valor ao produto final. As suas responsabilidades primárias são de entender as informações internas (produção) e externas (clientes), analisando-as e alterando o processo produtivo de acordo com as suas possibilidades visando à redução do custo de fabricação.

Uma outra responsabilidade destes departamentos de apoio é tornar a empresa ágil em suas respostas ao mercado final, adaptando-se as tendências de consumo da forma mais rápida e eficiente possível.

Por último, com base nos pontos apresentados anteriormente, os trabalhos realizados devem ser desenvolvidos sempre para ganhar a confiança dos clientes e criar uma imagem positiva da empresa em todos os meios externos e internos.

Para que isso seja possível, o TPM Office tem que definir a sua missão respondendo duas perguntas, sendo as respostas particulares para cada empresa:

- a) Como deve ser feito o suporte às atividades de produção e atividades administrativas?
- b) Quais são os pontos que devem ser priorizados para que a eficiência dos serviços seja aumentada?

3.1.2.7 Pilar Segurança e Meio Ambiente

Segundo TAKHASHI (1993, pág. 129), “O objetivo do Pilar de Segurança e Meio Ambiente é garantir que a empresa seja livre de acidentes, tanto pessoais como ambientais. É de responsabilidade deste Pilar trabalhar também a saúde ocupacional dos empregados da empresa”.

Assegurar a confiabilidade do equipamento, prevenir erros humanos e eliminar acidentes de trabalho são os pontos básicos do programa TPM. Por isto, o gerenciamento dos sistemas de segurança (sempre que for citado o termo segurança neste capítulo estamos falando de segurança das pessoas e não dos objetos – equipamentos, máquinas, etc.) e meio ambiente é ponto chave no desenvolvimento das atividades.

Alguns pontos devem ser trabalhados em conjunto com outros Pilares para melhorar estes sistemas como um todo:

- Equipamentos defeituosos são fontes de perigo, então trabalhos que tenham como objetivo zero falhas e zero defeitos também melhoram a segurança;
- Desenvolvimento do programa 5S (como um dos trabalhos do Pilar de Manutenção Autônoma) elimina pontos de vazamento e sujeira, deixando o ambiente de trabalho mais limpo e organizado;
- Eliminação de pontos de trabalho inseguros em conjunto com os Pilares de Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Melhorias Focadas;
- Treinamento dos operadores no equipamento em que trabalham de forma a identificar pontos deteriorados do processo em conjunto com o Pilar de Educação & Treinamento;
- Criar a cultura de que os próprios operadores são os responsáveis pela saúde e segurança.

3.1.3 Definições

Segundo BORNIA (1995, pág. 76), “Analisando o equipamento de produção (máquina), podemos notar seis grandes perdas relacionadas ao mesmo, os quais tem impacto direto no OEE gerando uma perda de eficiência do processo”.

As seis grandes perdas são divididas em três grupos, sendo eles: *down-time* (tempo de máquina parada), *speed losses* (perda de velocidade) e defeitos gerados durante a fabricação.

Os três grupos e suas respectivas perdas estão esquematizados na tabela a seguir:

Tabela 3: As seis grandes perdas divididas em grupo

Fonte: BORNIA (1995)

Grupo de Perda	Seis Grandes Perdas
Downtime	Falhas no equipamento
	Set Up
Speed Losses	Perda de Velocidade

Defeitos	Manuseio e Pequenas Paradas
	Waste e retrabalho
	Partida de Máquina

Cada um dos grupos de perda está ligado a um tipo de perda de capacidade de operação.

Downtime está ligado com a disponibilidade do equipamento (*availability*). É o tempo em que a máquina está parada, mas existe programação para produção. Para que exista a perda de disponibilidade, necessariamente, a máquina tem que estar parada sem condições de uso, caracterizando assim a indisponibilidade da máquina para produção do produto.

Dentro do grupo *Downtime*, existem 2 (duas) grandes perdas relacionadas: falhas no equipamento (quebras) e *set up* (ajustes).

Quebras são eventos na máquina (não necessariamente causados pela máquina) que geram a parada da mesma fazendo com que a máquina não apresente output durante um determinado período.

Set Up são procedimentos necessários para adequação da máquina quando existe uma troca de produto ou de características de um mesmo produto que está sendo fabricado. Por definição, assumimos *Set Up* como o tempo entre a última peça boa produzida e a primeira produzida com velocidade máxima.

Speed Losses está ligado à perda de performance da máquina. Significa que a máquina está operando abaixo da sua capacidade máxima. Uma pequena parada, apesar de causar uma parada de máquina, não é considerada como um evento que afeta a disponibilidade do equipamento, mas sim uma pequena interrupção no processo produtivo. Assim, não é possível dizer que perdas relativas à *speed losses* são caracterizadas apenas com a máquina em produção.

A primeira perda caracterizada como *speed losses* é denominada como Perda de Velocidade. Essa perda caracteriza-se a partir do momento em que a máquina produz abaixo da velocidade para qual ela foi projetada, desde que nesta velocidade, as especificações do produto sejam atendidas. Caso uma máquina tenha velocidade máxima de X m/h e para um determinado produto a velocidade

máxima de produção é X-10 m/h e o produto é produzido nesta velocidade, este evento não caracteriza uma perda de velocidade. O que deve ser estudado são as razões para que o produto não possa ser produzido na velocidade máxima através de um método específico de trabalho. Deve-se avaliar fatores de matéria-prima e máquina. Caso o fator determinante do problema seja homem ou método (máquina, matéria-prima, homem e método são as 4 causas analisadas no Diagrama de Ishikawa) o problema caracterizará a perda de velocidade e não a limitação do equipamento ou da matéria-prima.

Pequenas Paradas são eventos onde apesar da máquina estar parada, não é caracterizada a indisponibilidade do equipamento devido ao tempo total ser pequeno. Caracteriza-se normalmente por eventos simples e de solução fácil e imediata. Apesar de serem caracterizadas pela solução fácil, deve-se cuidar dos fatores que geraram a pequena parada, os quais podem ter soluções não tão simples, principalmente por se tratar de eventos que muitas vezes não chegam nem a ser relatados devido ao tempo de duração.

A definição do tempo que separa a pequena parada da quebra é particular de cada empresa e deve ser feita com base no processo em questão. Para esta definição deve-se tomar por base as palavras disponibilidade e performance e definir um tempo limite que separará estes dois eventos.

Waste e retrabalho são problemas originados a partir da produção de produtos não conformes. O *waste* pode se apresentar de duas maneiras: *process waste* ou *defect waste*. A principal diferença entre esses dois tipos de defeitos é o seu destino, em geral, o *process waste* é uma perda que não apresenta a possibilidade de retrabalho, são defeitos gerados em pontos específicos do processo que às vezes não chegam nem a etapa seguinte. O *defect waste* geralmente são problemas mais localizados que não afetam todo o produto e sim apenas uma parte do mesmo existindo assim a possibilidade de retrabalho.

A perda Partida de Máquina é relacionada ao religamento da máquina após uma parada. Diferencia-se do *Set Up*, pois a partida de máquina não é um ajuste para adequação do processo para um novo produto em relação ao que estava sendo produzido, mas sim a adequação para o início de produção. Ocorre, em geral, após paradas como feriados e fins de semana.

Segundo TAKHASHI (1993, pág. 124),

“O objetivo do TPM é reduzir essas perdas otimizando o trabalho produtivo e aumentando

assim o lucro da empresa. Além destas seis grandes perdas, diretamente relacionadas ao processo de produção, existem outras grandes perdas nas fábricas que devem ser reduzidas e se possível, eliminadas, como por exemplo, perdas por deficiência logística, perdas por desperdício de eletricidade, etc. Estas perdas também são trabalhadas dentro do TPM para que a empresa possa otimizar ao máximo os seus recursos aumentando assim o seu lucro”.

3.1.4 Indicadores

Para que o programa TPM seja avaliado, sendo possível determinar qual foi o crescimento da empresa através da aplicação dos métodos propostos de trabalho, indicadores de desempenho devem ser definidos.

Segundo NAKAJIMA (1989, pág. 55), “Os indicadores devem apresentar algumas características”:

Os indicadores devem demonstrar claramente o resultado das atividades desenvolvidas: como o TPM é uma atividade contínua, deve-se avaliar qual é a sua contribuição dentro do processo natural de melhoria em processos de produção. Assim, deve ser claro qual é o percentual dos resultados atingidos com a implantação do TPM.

Os indicadores devem apresentar os resultados de forma clara e constante: os indicadores devem ser imunes a oscilações de demanda ou sazonalidades, garantindo que a base de comparação seja sempre confiável e demonstre os resultados alcançados.

Os indicadores devem direcionar as ações a serem tomadas: os indicadores definidos devem demonstrar de forma clara quais são os problemas da empresa para que ações rápidas e eficazes sejam tomadas. Devem facilitar a definição dos problemas, tanto em relação ao tempo necessário para avaliação como em relação à confiabilidade dos dados.

Em resumo, os indicadores devem ser definidos de forma a eliminar conclusões puramente “intuitivas” e fornecer informações para facilitar as tomadas de decisão.

3.1.4.1 Indicadores de Eficiência

Segundo NAKAJIMA (1989, pág. 242), “O indicador de eficiência utilizado para medição do processo é o OEE”. O OEE é composto por três parcelas: disponibilidade, performance e taxa de qualidade. A multiplicação destes três fatores resulta no valor final do OEE (expresso em porcentagem), conforme a seguinte equação:

$$\text{OEE} = \text{disponibilidade} \times \text{performance} \times \text{taxa de qualidade}$$

O valor final do OEE proposto pelo JIPM como objetivo, varia entre 80 e 90%. Para cada uma das suas parcelas também existe um objetivo proposto mínimo, sendo para a disponibilidade um mínimo de 90%, para performance um mínimo de 95% e para a taxa de qualidade um mínimo de 99%.

3.1.4.2 Indicador de Quebras e Pequenas Paradas

Em geral, existe uma maneira de gerenciar as quebras e pequenas paradas nas máquinas de produção, medindo o seu número (assumido como indicador) e acompanhando a evolução dos seus valores.

As quebras e pequenas paradas têm como principais indicadores o MDT (*Mean Down Time*, ou Tempo Médio de Paradas) e o MTTR (*Mean Time To Repair*, ou Tempo Médio de Reparo).

3.2 **PILAR DE GESTÃO ANTECIPADA DE EQUIPAMENTOS (EEM)**

Segundo NAKAJIMA (1989, pág. 347), como o ciclo de vida dos produtos está cada vez mais curto, deve-se criar um sistema que garanta a implantação de novos produtos e processos de forma eficiente. A redução do tempo entre o início da mudança de tecnologia (onde a produção em geral é em baixa escala e problemática), para a otimização do processo (demonstrada através da produção em larga escala) é o objetivo do Pilar de Gestão Antecipada de Projetos e Produto.

Mais conhecido como EEM (*Early Equipment Management*), é a contribuição do conhecimento adquirido na fábrica e que é fornecido aos projetistas para eliminar os problemas, melhorar as instalações e reduzir os tempos de instalação. Esta experiência é usada ainda nas fases de projeto e aviamento, de uma maneira preventiva.

Para que isso aconteça, o Pilar é responsável por eliminar quebras, defeitos, falhas de segurança, etc., antes mesmo que o equipamento seja instalado,

proporcionando assim um *start up* vertical para o novo processo (mudança de máquina e/ou produto).

Espera-se que a nova tecnologia comece a ser utilizada com eficiência, no mínimo, igual à tecnologia utilizada anteriormente em um primeiro momento, sendo aperfeiçoada com o tempo gerando assim melhores resultados para a empresa.

Em algumas empresas, este Pilar foi dividido em dois, sendo um Pilar responsável pela Gestão Antecipada de Projetos e um outro pela Gestão Antecipada de Produtos.

A metodologia de EEM (*Early Equipment Management*) consiste na utilização sistemática e organizada de uma série de técnicas, conhecimentos, ferramentas e habilidades com os seguintes objetivos:

- Prever, ainda na fase de projeto, os problemas potenciais do equipamento/produto/instalação e saná-los preventivamente;
- Diminuir o tempo de instalação de máquinas e equipamentos, fazendo com que estes comecem produzindo a plena capacidade, sem a necessidade de ajustes;
- Alimentar um sistema de informações – MP *InfoSystem* (Sistema Informativo de Prevenção de Manutenção) – que coleta informações durante a fase de instalação e operação de equipamentos e as utiliza em futuras instalações e projetos com o intuito de minimizar ou eliminar problemas já conhecidos e evitar a necessidade de manutenção (prevenção da manutenção).

Estes objetivos são bastante complexos, exigindo muito conhecimento, habilidade e empenho de seus participantes. O Pilar EEM não trabalha sozinho, pois suas atividades são desenvolvidas conjuntamente com os Pilares Manutenção Autônoma, Manutenção para a Qualidade, Segurança & Meio Ambiente e Manutenção Planejada. Isto ocorre porque quando realiza-se um projeto, na metodologia TPM, este deve ser conduzido por um time. Este deve ser formado por um membro do pilar de Manutenção Autônoma, outro da Manutenção Planejada (padrões de lubrificação, *Check List* de manutenção), da Manutenção para a Qualidade (determinação dos pontos “Q”, *Check List* de qualidade) e Segurança & Meio Ambiente (análise de riscos, *Check List* de segurança). Dependendo do tipo do projeto devem ser envolvidos membros de outros pilares também.

3.2.1 Design Reviews (DRs)

Segundo Pilar EEM (2001, pág.3), os chamados *Design Reviews* são todas as fases que contemplam um projeto desenvolvido dentro da metodologia do pilar EEM. Depende de cada empresa quantas fases ou quantos DRs um projeto poderá ter, porém estes devem alcançar um nível de abstração do projeto desde a fase de iniciação, passando pela fase de planejamento, controle, execução e, por fim, encerramento. Um exemplo da utilização desta metodologia pode ser vista na figura 2.

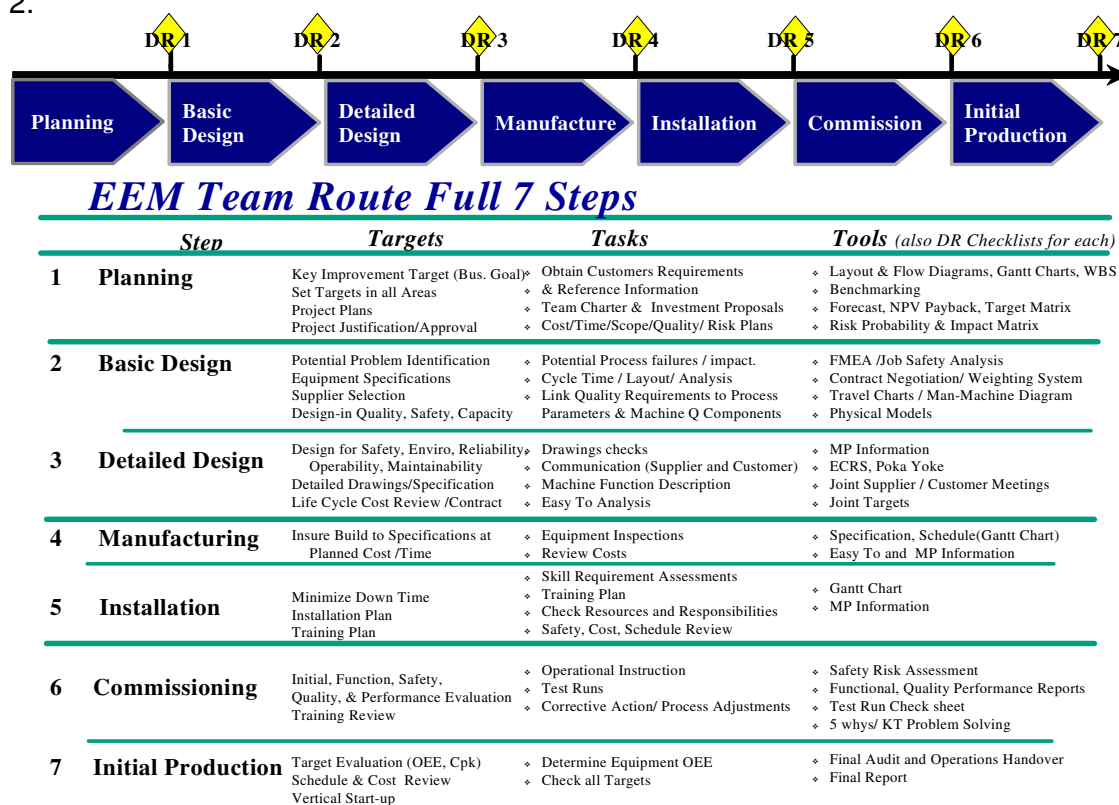


Figura 2 – Exemplo de Design Reviews

Fonte: Autoria própria, 2010.

Na figura 2, pode-se observar que existem 7 fases, são elas: planejamento, projeto básico, projeto detalhado, fabricação, instalação, comissionamento e início de produção. Ao término de cada fase é realizada uma auditoria, onde é avaliado o andamento do projeto, dentro de alguns fatores, como: custo, prazo, qualidade, etc., os quais são fundamentais para a decisão do chamado “go” ou “não-go” do projeto, ou seja, se o projeto irá adiante, será cancelado ou postergado. Esta auditoria é feita para a empresa que está investindo não ser prejudicada, de forma a evitar *carry over*, em outras palavras, a perda de dinheiro no investimento feito.

As auditorias do projeto são feitas tomando-se como base o preenchimento de *check-lists* relacionados à Qualidade, Segurança, Meio Ambiente, Operacionalidade, Manutenibilidade, Produtividade, os quais são fundamentais dentro da vertente da metodologia TPM. Um exemplo deste *check-list* que também pode ser chamado de Rota do Pilar é mostrado na figura 3.

Perguntas		Referências	Ferramenta de Busca										
Nº			Pilar	Classe					Qual / Detalhado	Comum / Específico	Link	Seção	Resposta
				PLC	As	A	B	C					
6	HA algum do Depto de Manutenção ou do Pilar de MP fazendo parte do time?		PM	PLC	As	A	B	C	G	Common			
7	HA experiências passadas, relativas à confiabilidade, em projetos similares anteriores que possam ser aproveitadas?		PM	PLC	As	A	B	C	G	Common			
8	O FMEA foi iniciado?		PM	PLC	As	A	B	C	G	Common			
9	Foi considerado o tempo e dinheiro necessários para checar e reparar todos as conexões elétricas alguns meses após o start-up?		PM	PLC	As	A	B	C	G	Common			
Manutenção Autônoma													
1	Foi consultado um operador para as questões de Manutenção Autônoma?		AM	PLC	As	A	B	C	G	Common			
Segurança													
1	O equipamento está de acordo com as normas CE (Comunidade Europeia) ou outras normas de segurança aplicáveis?	KA 2157-01	S	PLC	As	A	B	C	G	Common			
2	O pilar de Segurança está envolvido no time do projeto?		S	PLC	As	A	B	C	G	Common			
3	Foram consideradas as questões de saúde ocupacional (temperatura, ruído, ...)?		S	PLC	As	A	B	C	G	Common			
4	Foram consideradas as questões de prevenção a acidentes?		S	PLC	As	A	B	C	G	Common			
5	O time considerou todos os equipamentos necessários de prevenção a acidentes?		S	PLC	As	A	B	C	G	Common			
6	Todas as melhores práticas de segurança foram definidas?		S	PLC	As	A	B	C	G	Common			
7	Foram consideradas as questões de segurança anteriores dispostas?		S	PLC	As	A	B	C	G	Common			
8	Foram considerados dispositivos de detecção e monitoramento de vazamentos de gás?	EN 626-1	S	PLC	As	A	B	C	G	Specific	Post		
9	Foram considerados dispositivos de detecção e monitoramento de vazamentos de óleo?	EN 626-1	S	PLC	As	A	B	C	G	Specific	Lam		
Meio Ambiente													
1	O Pilar de Meio Ambiente foi consultado quando definidos os targets?		E	PLC	As	A	B	C	G	Common			
2	O Pilar de Meio Ambiente foi envolvido no time?		E	PLC	As	A	B	C	G	Common			
3	O impacto ambiental foi avaliado nos aspectos de uso de recursos, uso e emissão de substâncias nocivas, manipulação de resíduos e outros aspectos ambientais	Environmental assessment	E	PLC	As	A	B	C	G	Common			
Fonte: FMEA 101 (2017), FMEA 200 e FMEA 200-2 (2017). Autores: Priscila A. A. de Souza, Priscila													

Figura 3 – Exemplo de Rota dos Design Reviews

Fonte: Autoria própria, 2010.

3.2.2 Indicadores

Dentro do pilar EEM, os principais indicadores são voltados para a entrega do equipamento a produção, sem gerar paradas de manutenção, dentro do prazo estabelecido previamente, no custo ou *budget* aprovado e na data em que foi alcançada a máxima eficiência da máquina em produção. Em linhas gerais, os indicadores do pilar são:

- *On-Time* (OT): início da produção na data planejada, ou seja, no prazo;
- *In-Full* (IF): alcançar o desempenho ou eficiência esperada do equipamento ou máquina dentro do prazo planejado;
- *On-Time, In-Full* (OTIF): alcançar os dois indicadores mencionados anteriormente, atingindo a convergência do *start-up* vertical;
- *On-Cost* (OC): concluir o projeto dentro do orçamento aprovado, ou seja, dentro do custo.

Os indicadores do pilar EEM são mostrados na figura 4, onde pode-se observar que há um tempo estimado para a instalação do projeto, outro para comissionamento e testes do equipamento e, o tempo de *start-up* vertical. Vê-se pela figura 4 que após o projeto ser instalado, comissionado e testado este atinge o

indicador de *On Time* (OT), já quando a máquina atinge o desempenho de produção esperado, ele atinge o *In Full* (IF). Dessa forma, quanto menor o número de ajustes que devem ser feitos após disponibilizar o equipamento para produção, mais rapidamente o projeto atinge o OTIF (*On Time In Full*).

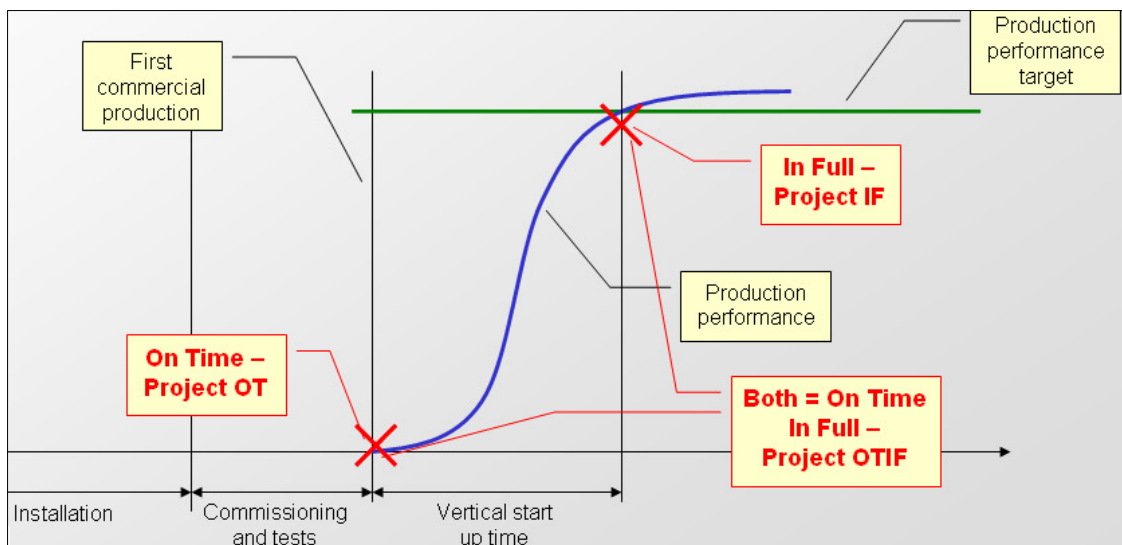


Figura 4 – Indicadores do pilar EEM (OTIF)

Fonte: Autoria própria, 2010.

Na figura 5, é mostrado um exemplo de um projeto ideal, o qual atingiu o OTIF sem a necessidade de nenhum ajuste pós-comissionamento. Esta condição na prática é muito difícil, salvo em exceções quando a máquina vem testada do fornecedor e quando trata-se de um equipamento chamado *Standard Line*, o qual é padrão em outras fábricas e com tecnologia conhecida.

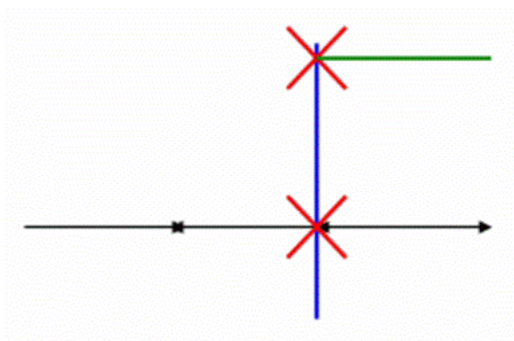


Figura 5 – Exemplo de projeto com OTIF ideal

Fonte: Autoria própria, 2010.

Quando um projeto é instalado, comissionado e testado em um curto período de tempo, porém ao colocar o sistema em produção o desempenho não atinge a meta estabelecida no prazo previamente acordado, a curva de OTIF é acentuada, conforme mostra a figura 6. Na prática isto pode custar muito caro, devido perdas de

produção e possibilidade de parada de uma linha inteira, se for o caso. Então, a metodologia TPM deve ser seguida rigidamente para evitar este tipo de situação, pois segundo a metodologia do pilar EEM, o planejamento do projeto é a fase mais importante na implantação deste.

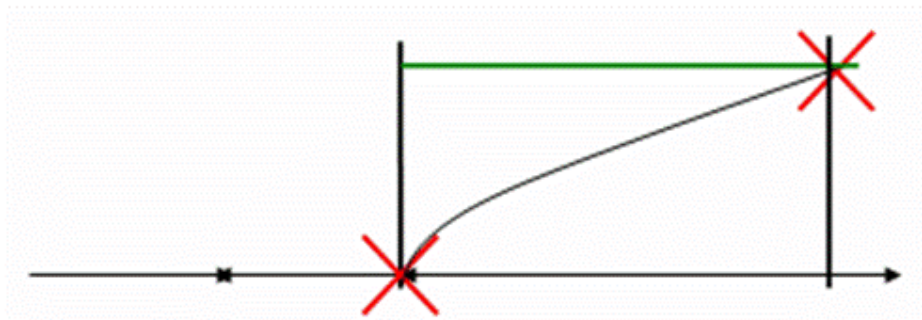


Figura 6 – Exemplo de projeto com OTIF ruim

Fonte: Autoria própria, 2010.

3.3 O guia PMBOK

O objetivo do guia PMBOK (*Project Management Book of Knowledge*) é apresentar boas práticas no Gerenciamento de Projetos, mostrando ferramentas, técnicas e habilidades que podem ser utilizados em projetos das mais diversas áreas do conhecimento, visando fornecer um norte para os profissionais que gerenciam projetos, afim de obterem sucesso em suas atividades. PMBOK (2004, pág. 3).

Como o próprio nome diz, o PMBOK é um guia que sugere boas práticas para gerenciar um projeto. Mas, ao contrário do que muitos pensam, não é uma metodologia, como por exemplo é a TPM. O profissional que está à frente de um projeto tem o poder de utilizar as boas práticas ou somente fazer uso da experiência própria, para garantir a execução de seu projeto com sucesso.

3.3.1 Projeto

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 5), um projeto é um esforço temporário desenvolvido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.

Geralmente, um projeto tem como objetivo atingir os requisitos propostos inicialmente, de forma a atender a expectativa dos *stakeholders* ou envolvidos. Porém, para atendê-los, o Gerente de Projetos deve conhecer o critério de sucesso de todos, já que normalmente o critério é diferente entre tais, como, por exemplo, em um projeto de uma máquina industrial, o critério de sucesso para alguém da

produção é ver esta máquina produzindo. Por outro lado, para uma pessoa do departamento da Manutenção é ter uma máquina com uma alta tecnologia, de forma a evitar parada de máquina ou ainda, esta deve ser de fácil manutenabilidade.

Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 7), os projetos, sob o ponto de vista estratégico da organização, são utilizados como meios para atingir o plano estratégico desta, já que os mesmos fogem dos limites operacionais normais da corporação.

Normalmente, a necessidade da organização em investir seu capital no desenvolvimento de projetos se dá pelas seguintes considerações:

- Mandatórios ou globais: quando há um requisito legal, norma ou lei a ser atendida ou, no caso de uma empresa multinacional, quando há uma ordem *top-down* (do alto para o baixo escalão) da matriz da organização;
- Solicitação de cliente: quando o cliente faz uma requisição para alterar algum parâmetro, produto, etc. a empresa fornecedora deve-se considerar a mesma, pois, caso contrário poderá perder o cliente, devido a tal fato;
- Demanda de mercado: visando se manter concorrente dentro do mercado globalizado, a empresa pode necessitar de um projeto para atualizar ou alterar seu portfólio (carteira) de produtos, aumentando a sua variedade e produtividade;
- Avanço tecnológico: alguns processos podem se tornar obsoletos, de acordo com cada organização, desta forma, a atualização da tecnologia dos processos é importante para a empresa manter a qualidade do produto, bem como atrair novos clientes.

3.3.2 Gerenciamento de Projetos

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 8), Gerenciamento de Projetos é a utilização de habilidades, conhecimentos, técnicas e ferramentas às atividades do projeto a fim de atingir aos seus requisitos. Para tal, o Gerente de Projetos, cujo é o responsável por gerir as expectativas dos *stakeholders*, deve integrar os processos de gerenciamento de projetos. Estes são em número de 5, de acordo com o guia PMBOK (2004, pág.8), mostrado na figura 7:

- Iniciação;
- Planejamento;
- Execução;

- Monitoramento e controle;
- Encerramento.



Figura 7 – Processos de gerenciamento de projetos

Fonte: Autoria própria, 2010.

Os processos de gerenciamento de projetos utilizam o princípio do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Action*), figura 8, o qual segundo WERKEMA (1995, pág. 75), é um método gerencial de tomadas de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização.

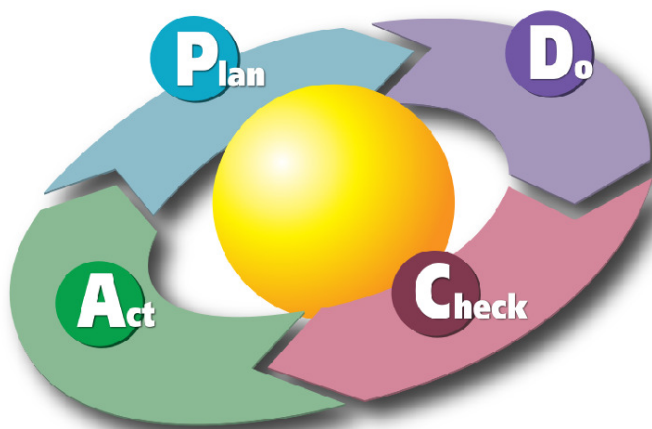


Figura 8 – Ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar, Agir)

Fonte: Autoria própria, 2010.

O ciclo PDCA é empregado na metodologia TPM, conforme descrita no item 3.1 deste trabalho, e esta possui relação com os processos de gerenciamento de projetos, pode-se observar comparando-se as figuras 6 e 7, onde o “Planejar” do ciclo PDCA corresponde ao processo de Planejamento do PMBOK, o “Fazer” corresponde ao processo de execução, o “Checar” e o “Agir” correspondem ao

processo de monitoramento e controle, descrito pelo guia PMBOK do PMI (*Project Management Institute*).

Dentro do Gerenciamento de Projetos, o PMBOK descreve que um projeto envolve 9 áreas de conhecimento que são: escopo, tempo, custos, qualidade, riscos, aquisições, comunicações, recursos humanos e integração, conforme mostra a figura 9.

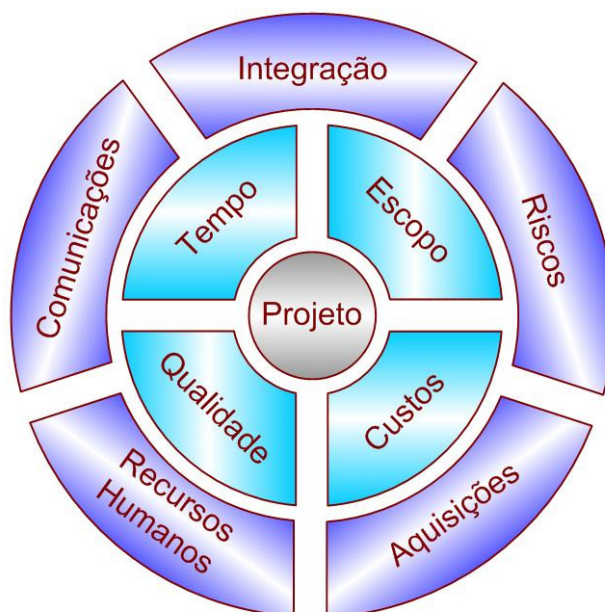


Figura 9 – Áreas de conhecimento do Gerenciamento de Projetos

Fonte: <http://www.gilbertomirandajr.com.br/planejamento/category/Gerenciamento%20de%20Projetos>

O Gerente de Projetos deve possuir conhecimento e habilidade nas 9 áreas de especialização, pois ele deve ser capaz de suprir todas as necessidades envolvidas em um projeto. Porém, dentro do contexto moderno de Gerenciamento de Projetos, um bom Gerente de Projetos, além das habilidades das áreas especialistas mencionadas acima, deve ter um perfil alinhado com características comportamentais para o domínio da gestão de projeto, tais como: motivador de pessoas, líder do time, organizador, comunicador, facilitador, influenciador, negociador, solucionador de problemas, gerenciador de conflitos, seguro nas tomadas de decisões, dentre outras. A figura 10 mostra o perfil de um Gerente de Projetos.

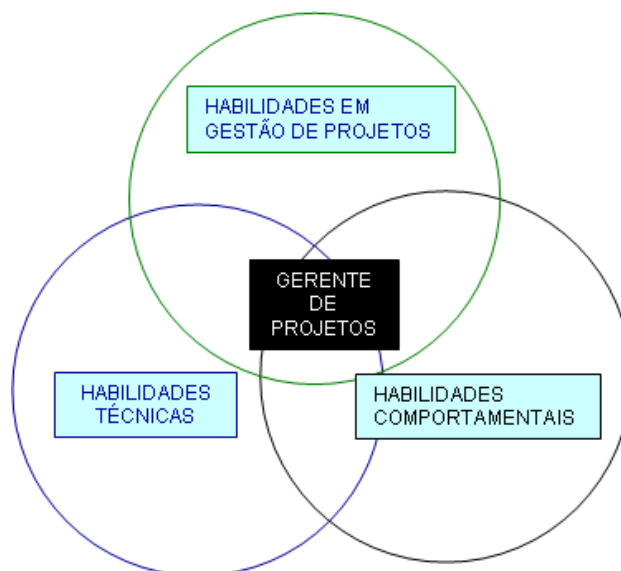


Figura 10 – Perfil de um Gerente de Projetos

Fonte: Adaptado do guia PMBOK, 2004, pág. 13

Em suma, um Gerente de Projetos deve estar alinhado à alta direção de uma corporação para permitir um desenvolvimento das atividades de forma mais natural e motivacional. Por outro lado, se o gestor não manter um bom canal de comunicação com os envolvidos do projeto, os objetivos identificados no plano inicial poderão não ser cumpridos e, de nada adiantará o conhecimento nas 9 áreas de especialização e de outras habilidades. Por isso, o guia PMBOK (2004, pág. 12) sugere que toda a equipe envolvida esteja familiarizada com os conhecimentos apresentados no guia PMBOK, para que o projeto seja gerenciado de forma eficaz.

3.3.3 Ciclo de vida de um projeto

Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 19), a organização ou os Gerentes de Projetos podem dividir projetos em fases para oferecer uma visão geral do andamento do projeto e para tomadas de decisões, no nível estratégico da corporação. Agregadas, estas fases são conhecidas como ciclo de vida do projeto, nas quais para a passagem de uma fase à outra é necessária uma análise ou auditoria a ser realizada pelo *Sponsor* (patrocinador) do projeto ou ainda, em alguns casos, pelo Gerente de Projetos. Conforme descrito no item 3.2.1 deste trabalho, aqui aplica-se o jargão “go”/“não-go” ao final de cada fase do projeto, similarmente aos DRs da metodologia TPM.

De maneira geral, no final de cada fase, os projetos são avaliados de acordo com os chamados entregáveis, que nada mais são do que uma forma de transferência técnica, conforme define o guia PMBOK (2004, pág. 20). As entregas

são revisadas para garantir que estejam completas e de acordo com os objetivos estabelecidos, ou seja, se o projeto está andando dentro do esperado. Porém, pode haver sobreposição entre fases, ou seja, uma fase pode iniciar antes da outra terminar, quando são avaliados riscos que podem ser aceitáveis, dependendo de cada caso.

Dessa forma, torna-se difícil a padronização de um ciclo de vida de um projeto, o que concerne à cada organização definir a forma mais fácil, na prática, de gerenciar e definir o ciclo de vida de seus projetos.

Na figura 11 é mostrada a sequência típica das fases no ciclo de vida de um projeto. Como sugere o guia PMBOK (2004, pág. 22), as fases fazem parte de um processo sequencial criado para garantir o controle adequado do projeto, de forma a atingir o objetivo proposto e alcançar o desejado pelos envolvidos.

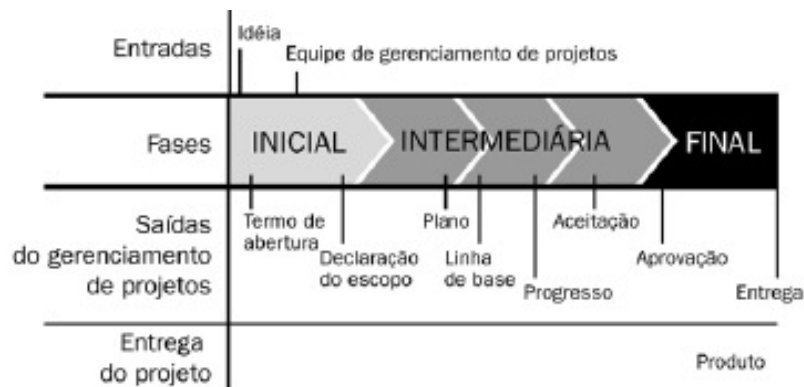


Figura 11 – Sequência típica das fases no ciclo de vida de um projeto

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 23)

3.3.4 Gerenciamento de integração

O gerenciamento de integração do projeto é uma área de conhecimento que, segundo o guia PMBOK (2004, pág. 77), engloba todos os processos de gerenciamento de projetos e os integram de maneira fornecer uma visão mais macro do projeto, a fim de atender às expectativas dos *stakeholders* e de gerar ações integradoras que são essenciais para o término do projeto.

Há diversos exemplos práticos de projetos que integram diversas áreas de conhecimento, como por exemplo, quando é feita uma análise de riscos de uma atividade, a qual poderá impactar os custos, prazo e até mesmo, em uma revisão do escopo do projeto. Dessa forma, são integrados quatro grupos de processos de gerenciamento que, de fato, são interdependentes.

Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 77), o gerente de projetos e sua equipe necessitam abordar todos os processos de gerenciamento, em um determinado nível de abstração, dependendo da aplicação de cada um. Nesse contexto, o profissional de projetos deve utilizar a experiência, o conhecimento e as habilidades para interagir com as diversas áreas de conhecimento, de forma a conduzir o projeto de forma satisfatória.

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 78), dentro do gerenciamento de integração, os 3 principais entregáveis ou documentos de um projeto está nesta área de conhecimento, os quais são:

- Termo de abertura;
- Declaração do escopo ou *Project Charter*;
- Plano de gerenciamento.

3.3.4.1 Termo de abertura do projeto

Este documento oficializa a abertura de um projeto e que, geralmente, é feito pelo solicitante do projeto, evidenciando as expectativas para este projeto, objetivo, justificativa, premissas, restrições, principais envolvidos, orçamento preliminar, cronograma de marcos sumarizado e nome do Gerente do Projeto com o nível de autoridade atribuída.

Esta solicitação de projeto, na maioria das vezes, vem do planejamento estratégico da organização, onde alguns indicadores chave devem ser atacados para que o negócio da empresa seja expandido. Sendo assim, deve haver uma forma de priorização dos projetos da organização para decidir se o investimento deve ou não ser feito.

3.3.4.2 Declaração do escopo ou *Project Charter*

Este documento fornece uma descrição de alto nível do escopo do projeto. Em suma, são as atividades ou trabalhos que precisam ser feitos para o projeto ser concluído. Uma declaração de escopo inclui objetivos, características e requisitos, critérios de aceitação, limites, entregas, requisitos, restrições, premissas, análise de riscos preliminar, marcos do cronograma, EAP (Estrutura Analítica do Projeto) preliminar, Análise de custos preliminar e requisitos de aprovação.

3.3.4.3 Plano de Gerenciamento do Projeto

Este plano tem como objetivo definir, coordenar e integrar todos os planos auxiliares em um plano de gerenciamento de projeto (GUIA PMBOK, 2004, pág. 88). Em linhas gerais, este documento define como o projeto deve ser executado, monitorado, controlado e encerrado.

Um plano de gerenciamento aborda aspectos do desenvolvimento do projeto. Define como o trabalho será executado para realizar os objetivos, como as mudanças serão monitoradas e controladas, como os processos serão integrados, como será feita a comunicação entre as partes interessadas, dentre outros.

A figura 12 mostra uma visão geral do gerenciamento de integração do projeto, de forma a indicar as entradas, ferramentas e técnicas de cada entregável que faz parte deste processo.



Figura 12 – Visão geral do gerenciamento de integração com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 79)

3.3.5 Gerenciamento de escopo

Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 103), gerenciamento do escopo do projeto trata dos processos necessários para que todos os trabalhos solicitados estejam inclusos no escopo, e estes devem ser realizados para que o projeto seja aceito pelos envolvidos e encerrado com sucesso. De maneira geral, define e controla o que está e o que não está incluso no projeto, definindo limites de atuação.

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 104), no contexto de projetos há dois tipos de escopos:

- Do produto: características e funções que descrevem um produto, serviço ou resultado;

- Do projeto: o trabalho que precisa ser realizado para entregar um produto, serviço ou resultado com as características e funções especificadas.

O presente trabalho fará referências somente a este tipo de escopo.

Os principais entregáveis do processo de gerenciamento de escopo são: planejamento, definição, criação da EAP (Estrutura Analítica do Projeto) ou WBS (*Work Breakdown Structure*), verificação e controle do escopo.

3.3.5.1 Planejamento do escopo

O planejamento define como o escopo será definido, verificado e controlado e ainda, como a EAP será criada e definida. Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 107), a definição e o gerenciamento do escopo do projeto influenciam o sucesso total do projeto. Em resumo, o este documento define como a equipe irá definir o escopo, desenvolver a declaração detalhada do projeto, e ainda, desenvolver a EAP, com base neste.

3.3.5.2 Definição do escopo

Nesta etapa deve ser realizada uma declaração de escopo detalhada do projeto que será utilizada para tomada de decisões e mudanças futuras, no decorrer do projeto. De maneira geral, as mudanças do escopo de um projeto são feitas mediante formulário para alteração de escopo, no qual é analisado o impacto destas mudanças nas vertentes: custo, prazo, riscos.

3.3.5.3 Criação da EAP

A estrutura analítica do projeto (EAP) ou *Work Breakdown Structure (WBS)*, segundo o guia PMBOK (2004, pág. 103), é a subdivisão das principais entregas do projeto e do trabalho deste em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. Em linhas gerais, a EAP representa todo o escopo do projeto.

Com a utilização da EAP é possível estimar custos, monitorar e controlar todo o trabalho planejado contido nos componentes no nível mais baixo do WBS, denominados pacotes de trabalho. A figura 13 apresenta um exemplo de EAP.

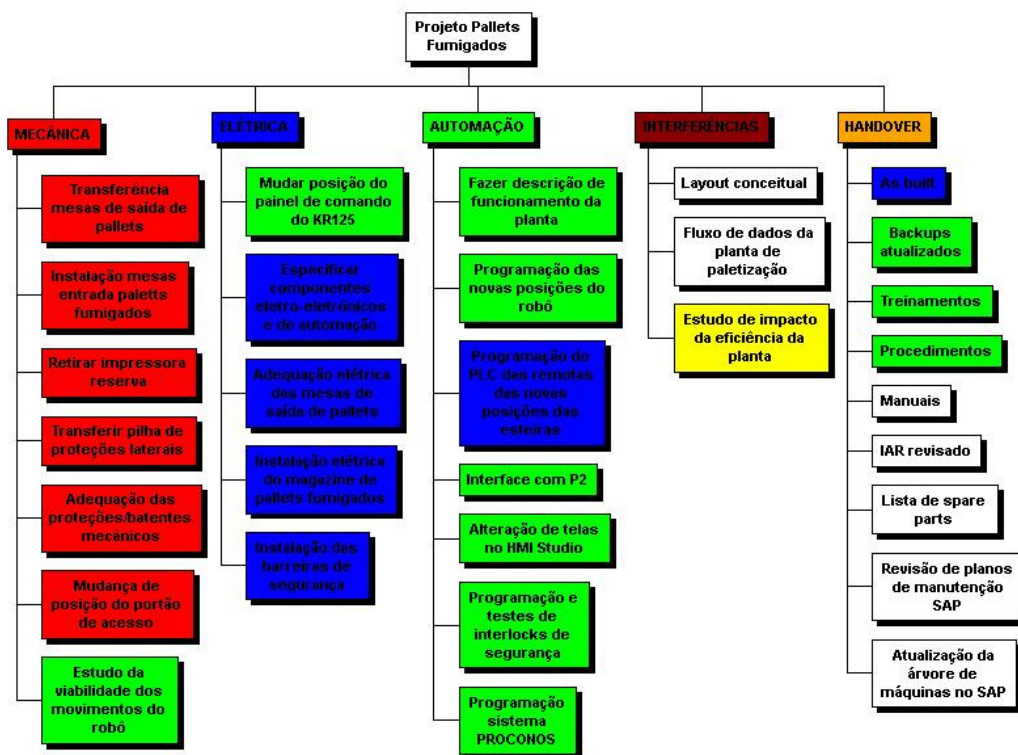


Figura 13 – Exemplo de EAP ou WBS

Fonte: Autoria própria, 2010.

3.3.5.4 Verificação do escopo

O processo de verificação de escopo, segundo o guia PMBOK (2004, pág.118), representa a obtenção da aceitação formal pelas partes interessadas do escopo do projeto proposto e das entregas associadas. Dessa forma, é um documento de grande valia para o Gerente de Projetos tomar decisões e de assegurar que todas as solicitações foram atendidas, ao final do projeto.

3.3.5.5 Controle do escopo

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 119), o controle do escopo do projeto faz referência à forma da solicitação de mudança de escopo pelo envolvidos, com a garantia de que estes requisitem por meio de um documento formal. Desta forma, deve haver um controle integrado de mudanças do projeto, até para garantir um acordo entre os envolvidos e o Gerente de Projetos.

Em resumo, o gerenciamento de escopo é um processo fundamental no Gerenciamento do Projeto, visto que é a delimitação de todo o trabalho envolvido no projeto e, mais ainda, envolve a integração com outros processos do gerenciamento. A figura 14 mostra as entradas, ferramentas e técnicas utilizadas no gerenciamento de escopo.

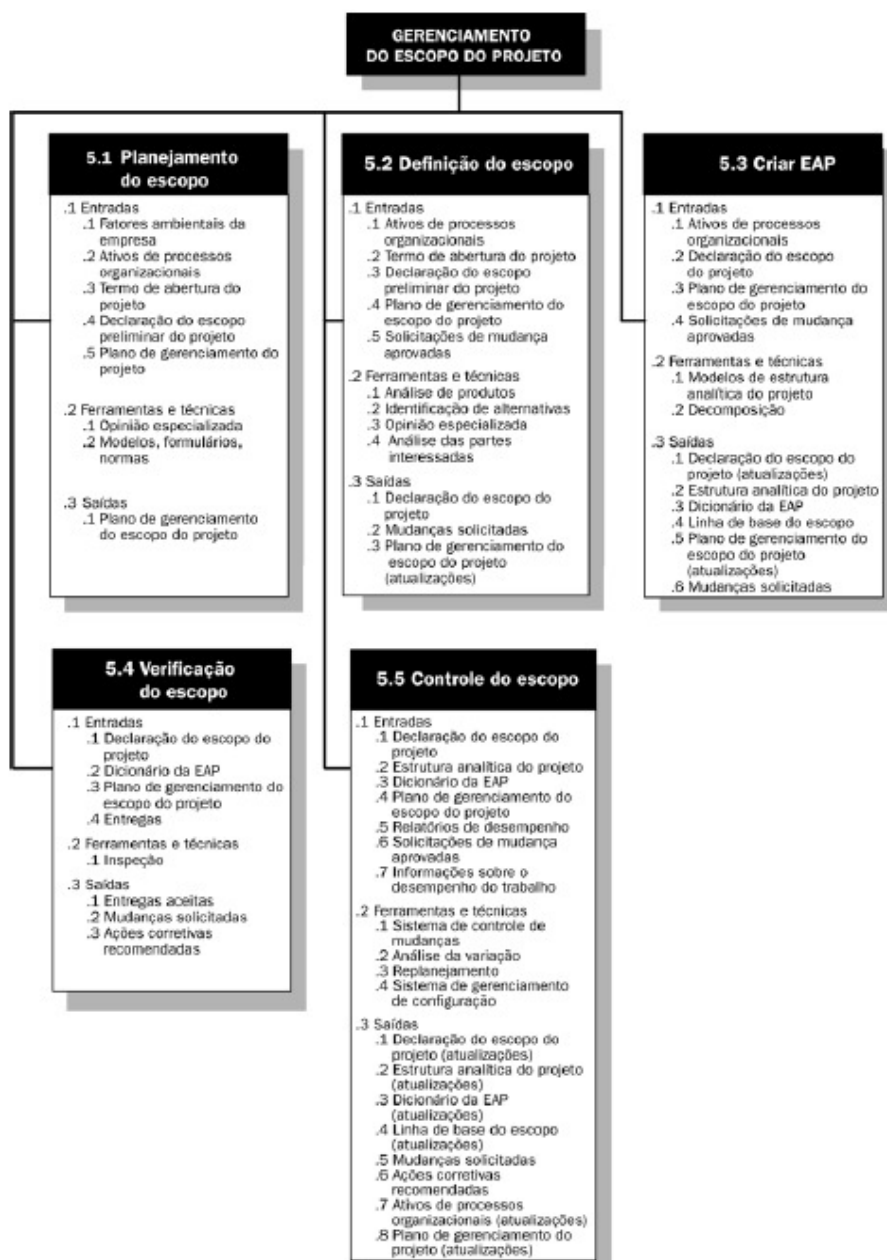


Figura 14 – Visão geral do Gerenciamento de Escopo com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 105)

3.3.6 Gerenciamento do tempo

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 123), o gerenciamento do tempo do projeto trata dos processos necessários para o término do projeto dentro do prazo estipulado.

Os processos envolvidos no gerenciamento do tempo são os seguintes:

- Definição da atividade;
- Sequenciamento das atividades;

- Estimativa de recursos;
- Estimativa de duração das atividades;
- Desenvolvimento do cronograma;
- Controle do cronograma.

Na maioria dos projetos industriais desenvolvidos dentro da empresa que este trabalho aborda, os processos de sequenciamento, estimativas de recursos e de duração das atividades, além do desenvolvimento do cronograma estão tão estreitamente ligados que podem ser considerados como um único processo. De fato, o guia PMBOK (2004, pág. 124) diz que as atividades mencionadas anteriormente podem ser realizadas por uma única pessoa, em um tempo relativamente curto.

Sendo assim, neste trabalho os processos do gerenciamento do tempo do projeto serão agregados em um único somente, e uma visão geral deste processo é mostrada na figura 15.



Figura 15 – Visão geral do gerenciamento de tempo com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 125)

Vale ressaltar que um bom gerenciamento de tempo do projeto pode ser feito utilizando softwares específicos, como por exemplo, o Microsoft Project, onde todos os processos envolvidos nesta atividade estão disponíveis para serem empregados para a elaboração do cronograma. Uma questão relevante sobre o cronograma é que neste o Gerente de Projetos pode ter uma visão não somente se o projeto está adiantado ou atrasado, mas também se os custos estão dentro dos limites estabelecidos de orçamento ou *budget*. A figura 16 mostra um exemplo de um cronograma desenvolvido no MS-Project.

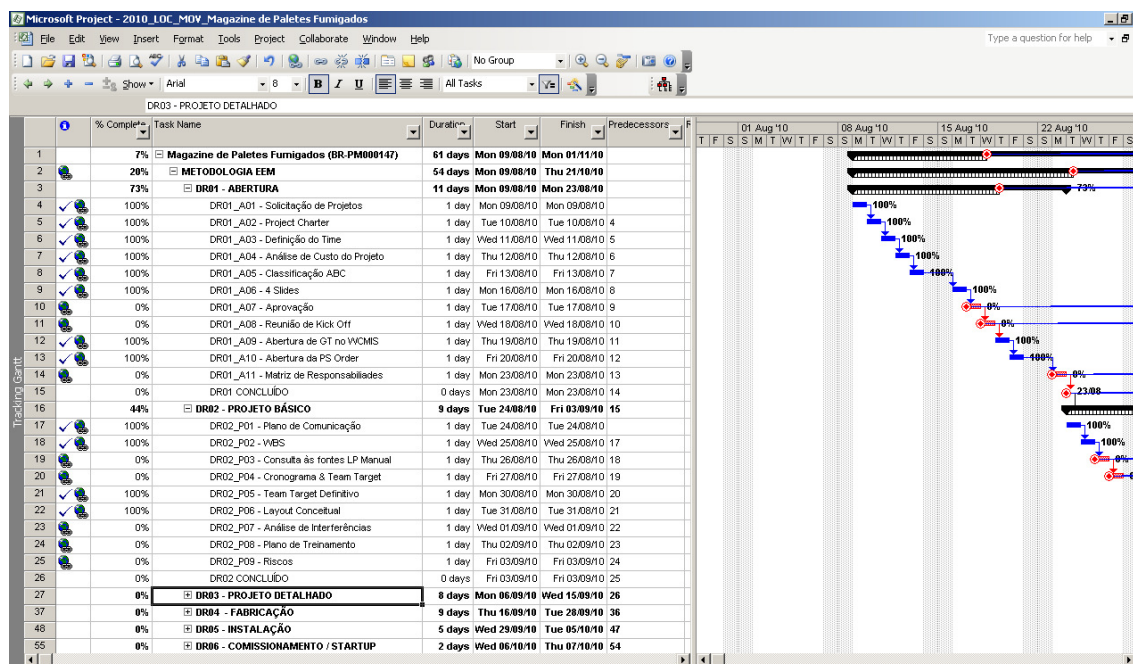


Figura 16 – Exemplo de um cronograma desenvolvido no MS-Project

Fonte: Autoria própria, 2010.

3.3.7 Gerenciamento de custos

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 157), o gerenciamento de custos diz respeito aos processos envolvidos no planejamento, estimativa, orçamentação e controle de custos do projeto, de forma a auxiliar o Gerente de Projetos a encerrar o projeto dentro do orçamento (*budget*) previsto.

Os processos envolvidos neste gerenciamento são os seguintes:

- Estimativa de custos;
- Orçamentação;
- Controle de custos.

3.3.7.1 Estimativa de custos

A estimativa de custos, segundo o guia PMBOK (2004, pág. 161), envolve o desenvolvimento de uma aproximação real dos custos necessários para finalizar uma atividade que faz parte do cronograma do projeto. Esta estimativa deve levar em consideração os recursos necessários para a realização da atividade, sejam eles humanos ou tecnológicos.

Geralmente, em projetos industriais, esta estimativa de custos é chamada de análise de custos, onde é feita uma estimativa dos custos para que seja definido o

budget, a fim de garantir uma assertividade maior na abertura do pedido de investimento para a alta corporação da organização.

3.3.7.2 Orçamentação

A orçamentação, segundo o guia PMBOK (2004, pág. 167), trata da agregação dos custos estimados de atividades do cronograma ou pacotes de trabalho, de forma a permitir uma linha de base de dados para medição do desempenho, durante o decorrer do projeto.

Essa linha de base dos custos é um orçamento dividido em fases que é usado como apoio para a definição de como os custos do projeto serão medidos, monitorados e controlados. De maneira geral, esta linha é desenvolvida somando-se os custos estimados por período e apresentando no formato de curva S, conforme mostra a figura 17.

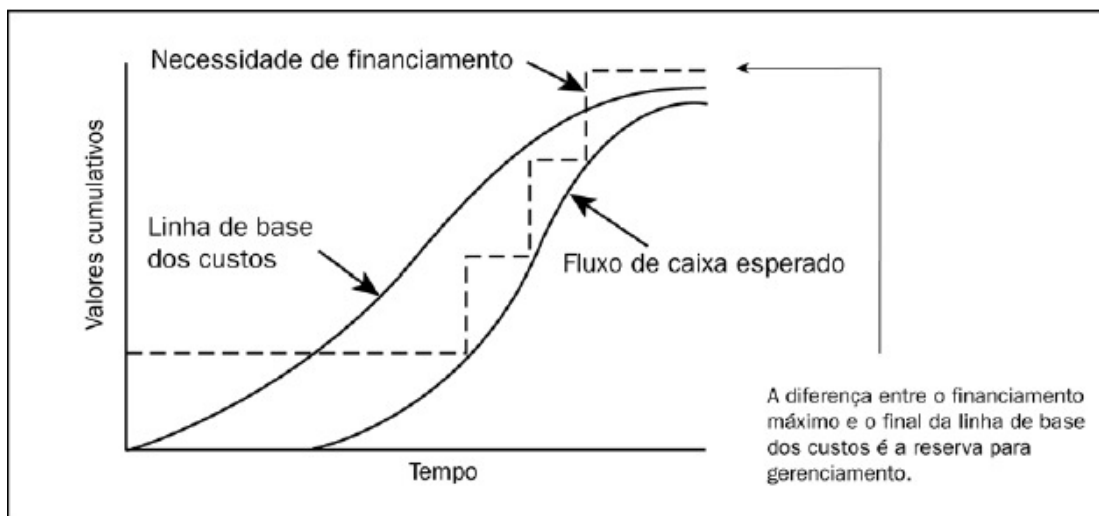


Figura 17 – Linha de base de custos do projeto

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 170)

3.3.7.3 Controle de custos

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 157), o controle de custos envolve o controle dos fatores que criam as variações de custos e das mudanças no orçamento do projeto, que na maioria das vezes, são decorrentes a mudança de escopo.

De forma resumida, o controle de custos prega que o Gerente de Projetos deve registrar todas as mudanças ocorridas na linha de base dos custos do projeto, de forma a agir em casos que essas mudanças possam influenciar em estouros no

orçamento. Sendo assim, um bom controle de custos deve garantir que o projeto seja encerrado dentro dos limites aceitáveis do orçamento.

Em algumas empresas multinacionais, o gerenciamento de custos pode ser feito em *softwares* específicos de controladoria de projetos, bem como em ERPs, como por exemplo o SAP.

Uma técnica importante de medição de desempenho de custos é a chamada TVA (Técnica do Valor Agregado) ou EVA (*Eided Value Agregated*), a qual compara o valor cumulativo do custo orçado do trabalho realizado ou agregado, no valor do orçamento alocado no custo planejado e com o custo do trabalho real realizado. Esta técnica permite determinar se as variações de custos ocorridas durante o projeto irão influenciar no custo final do mesmo. Dessa forma, ela permite uma prevenção para o Gerente de Projetos realizar ações corretivas, a fim de evitar exceder o custo aprovado. A figura 18 mostra um exemplo da técnica do valor agregado.

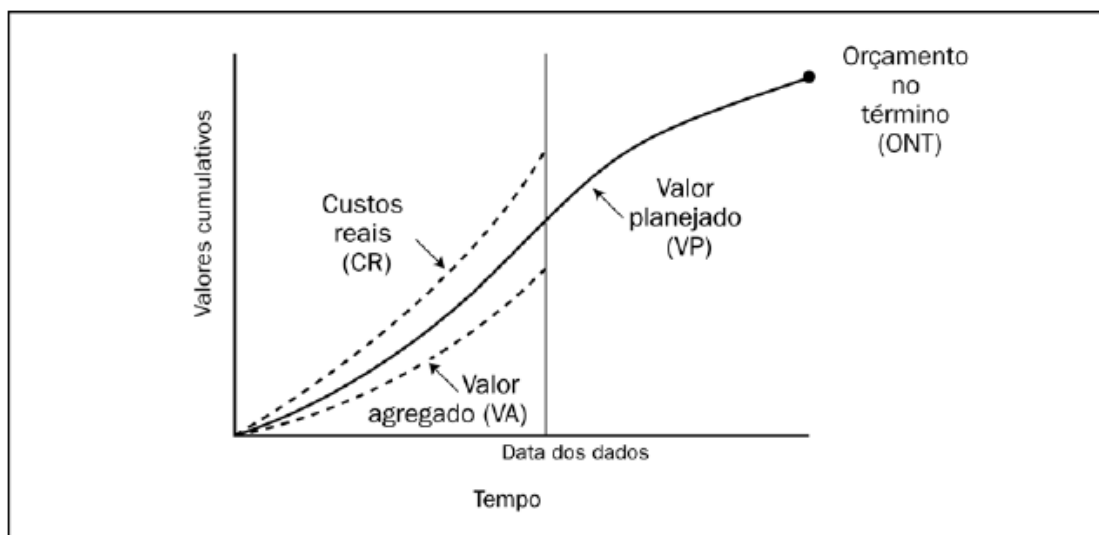


Figura 18 – Ilustração da técnica de valor agregado (EVA)

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 174)

De forma sucinta, o gerenciamento de custos do projeto trata principalmente dos custos necessários para terminar as atividades contidas no cronograma do projeto. Dentro deste processo é necessária uma interação entre várias áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos, tais como: tempo, escopo, qualidade, riscos, por isso, é um processo que exige muita experiência e um bom trabalho em equipe por parte da equipe do projeto.

Como resumo do gerenciamento de custos, é mostrada a figura 19, com as entradas, ferramentas e técnicas que fazem parte deste processo.



Figura 19 – Gerenciamento de custos com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 159)

3.3.8 Gerenciamento da qualidade

Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 179), o gerenciamento da qualidade trata das atividades necessárias para determinar os objetivos, responsabilidades e as políticas de qualidade, de modo que o projeto atenda aos requisitos que motivaram sua realização.

Os processos que fazem parte do gerenciamento da qualidade são:

- Planejamento da qualidade;
- Realizar a garantia da qualidade;
- Realizar o controle da qualidade.

Resumidamente, no gerenciamento da qualidade os padrões de qualidade são identificados, bem como quais atividades de qualidade deverão ser planejadas, para que o projeto empregue todos os processos necessários, a fim de atender aos requisitos. Além disso, os resultados específicos do projeto deverão ser monitorados, para que sejam determinados se eles estão de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos no projeto. A figura 20 mostra uma visão geral do gerenciamento de qualidade, com suas entradas, ferramentas e técnicas.



Figura 20 – Gerenciamento de qualidade com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 159)

3.3.9 Gerenciamento dos recursos humanos

Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 199), o gerenciamento dos recursos humanos abrange os processos necessários para organizar e gerenciar a equipe do projeto. Esta é composta por pessoas, funções e responsabilidades atribuídas em cada projeto específico. É uma área de conhecimento complexa, pois quando fala-se em pessoas estas podem vir a comprometer todo o planejamento e desenvolvimento de um projeto, por exemplo, quando um membro importante deixa o projeto ou a empresa, sobretudo quando este membro é especialista em alguma área de conhecimento.

Os processos do gerenciamento de recursos humanos são os seguintes:

- Planejamento de recursos humanos;
- Contratar ou mobilizar a equipe do projeto;
- Desenvolver a equipe do projeto;
- Gerenciar a equipe do projeto.

Na área de recursos humanos, o Gerente de Projetos deve estar preocupado em desenvolver habilidades específicas em cada membro da equipe do projeto. Para isso, a geração de treinamentos e a identificação das necessidades de cada membro deve se transformar em uma premissa para o aumento da produtividade e qualidade do trabalho realizado pela equipe.

Uma visão geral do gerenciamento de recursos humanos é mostrada na figura 21, juntamente com suas entradas, ferramentas e técnicas.

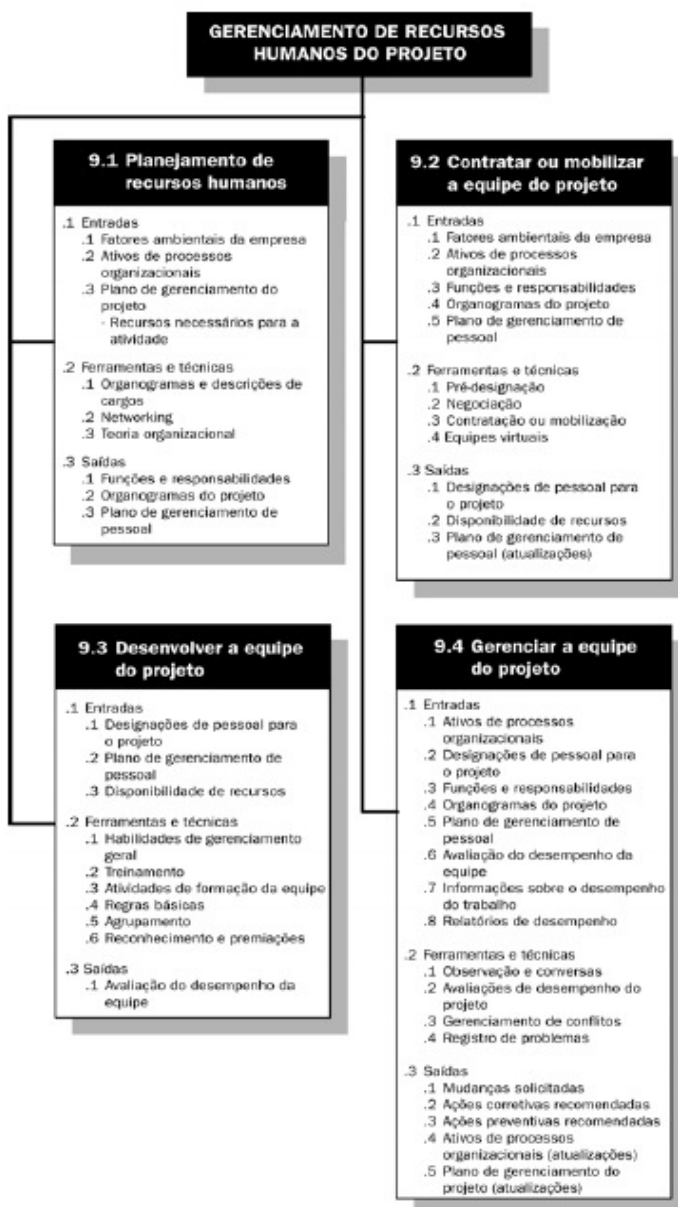


Figura 21 – Gerenciamento de recursos humanos com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 201)

3.3.10 Gerenciamento das comunicações

A área de gerenciamento das comunicações abrange os processos necessários para a geração, coleta, distribuição, armazenamento e destinação final das informações do projeto, de forma apropriada e plausível. Dentro desta área, o Gerente de Projetos deve se atentar para quem, quais e quando as informações devem ser enviadas aos envolvidos. Entretanto, essa tarefa não é nada fácil, pois as informações podem ser “desviadas” dependendo da forma de comunicação e ainda, das pessoas envolvidas.

Os principais processos envolvidos na área de comunicação em projetos são os seguintes:

- Planejamento das comunicações;
- Distribuição das informações;
- Relatório de desempenho;
- Gerenciamento das partes interessadas.

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 221), o planejamento da comunicação determina as necessidades de informações e comunicações dos envolvidos no projeto, ou seja, para quem e quais informações deverão ser enviadas. Na distribuição, a comunicação deve ser enviada no momento adequado. O relatório de desempenho deve mostrar o andamento do projeto e a previsão para a conclusão do cronograma e, quando envolver níveis estratégicos da organização o custo também deve ser mencionado. A combinação de todos os processos de comunicação deve satisfazer e atender os requisitos dos *stakeholders* do projeto, de forma a manter uma sinergia entre todos.

De maneira geral, o gerenciamento das comunicações é vital para o sucesso do projeto, de forma que em todas as fases deste a comunicação está presente e precisa ser utilizada a fim de se evitar ruídos entre o emissor e o receptor da mensagem, pois uma falha na comunicação pode impactar negativamente no projeto. A figura 22 mostra uma visão geral do gerenciamento das comunicações com suas entradas, técnicas e ferramentas.

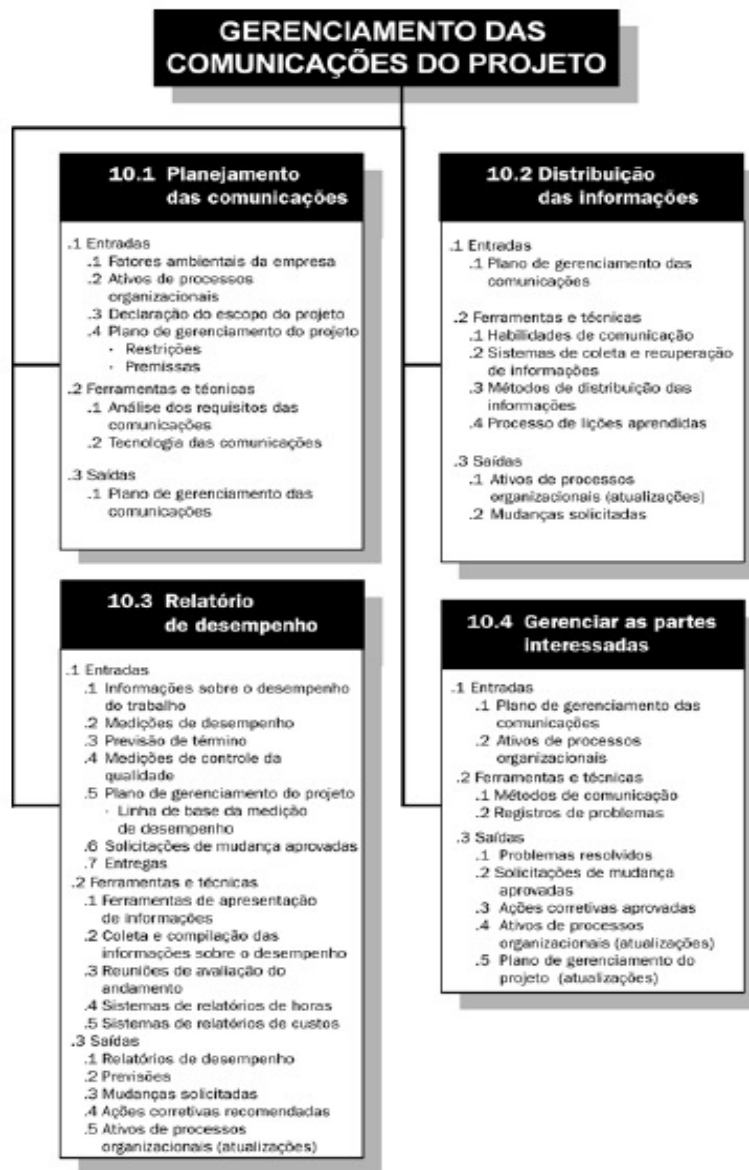


Figura 22 – Gerenciamento das comunicações com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 222)

3.3.11 Gerenciamento de riscos

Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 237), o gerenciamento de riscos trata da identificação, análise, respostas, monitoramento, controle e planejamento dos riscos envolvidos em cada atividade de um projeto. O objetivo do gerenciamento é medir o impacto e a probabilidade das atividades planejadas serem executadas com sucesso. Com ele, também é possível prever soluções para eventuais riscos que podem vir a ocorrer durante a execução do projeto.

Há 6 processos envolvidos na gestão de riscos, são eles:

- Planejamento;

- Identificação;
- Análise qualitativa;
- Análise quantitativa;
- Planejamento de respostas;
- Monitoramento e controle.

3.3.11.1 Planejamento de riscos

O planejamento é a fase em que são realizadas reuniões com o time do projeto, de forma a planejar a forma de como os riscos serão medidos e, consequentemente, atacados durante o projeto. Neste processo, os riscos são categorizados conforme a probabilidade e o impacto dos mesmos em cada uma das atividades ou pacotes de trabalho do projeto, que normalmente são definidos em uma matriz. Na figura 23, é mostrado um exemplo de uma matriz de probabilidade e impacto para quatro objetivos do projeto.

Condições definidas para escalas de impacto de um risco em objetivos importantes do projeto (os exemplos são mostrados somente para impactos negativos)					
Objetivo do projeto	São mostradas escalas relativas ou numéricas				
	Muito baixo / 0,05	Baixo / 0,10	Moderado / 0,20	Alto / 0,40	Muito alto / 0,80
Custo	Aumento de custo não significativo	Aumento de custo < 10%	Aumento de custo de 10% a 20%	Aumento de custo de 20% a 40%	Aumento de custo > 40%
Tempo	Aumento de tempo não significativo	Aumento de tempo < 5%	Aumento de tempo de 5% a 10%	Aumento de tempo de 10% a 20%	Aumento de tempo > 20%
Escopo	Diminuição do escopo quase imperceptível	Áreas menos importantes do escopo afetadas	Áreas importantes do escopo afetadas	Redução do escopo inaceitável para o patrocinador	Item final do projeto sem nenhuma utilidade
Qualidade	Degradação da qualidade quase imperceptível	Somente as aplicações mais críticas são afetadas	Redução da qualidade exige a aprovação do patrocinador	Redução da qualidade inaceitável para o patrocinador	Item final do projeto sem nenhuma utilidade

Figura 23 – Exemplo de matriz de probabilidade e impacto de riscos

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 245)

3.3.11.2 Identificação de riscos

A identificação dos riscos é a fase em que os riscos são mapeados e documentados. Este processo é iterativo, ou seja, os riscos são identificados à medida que o projeto caminha, dessa forma, durante todo o ciclo de vida dele são necessárias revisões dos riscos e, consequentemente, de suas contra-medidas.

Dentro das técnicas utilizadas neste processo, pode-se citar: diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*), *brainstorming*, fluxogramas, dentre outras. Dentro deste

contexto, vários profissionais do time do projeto devem participar no processo de identificação, sejam eles: especialistas fora da equipe do projeto, gerentes experientes, clientes, especialistas em gestão de riscos, etc. Por isso, durante esta fase a integração e a sinergia entre as partes interessadas no projeto devem prevalecer para uma boa identificação de riscos.

3.3.11.3 Análise qualitativa de riscos

De acordo com o guia PMBOK (2004, pag. 249), a análise qualitativa avalia a prioridade dos riscos identificados utilizando a probabilidade deles ocorrerem e o impacto destes em várias áreas de conhecimento do projeto, tais como: qualidade, escopo, prazo, custo, etc.

Essa análise permite priorizar o planejamento de respostas a riscos (contra-medidas) e estabelece uma base para a análise quantitativa dos riscos, quando necessária. A figura 24 apresenta uma matriz de probabilidade e impacto utilizada como ferramenta para este tipo de análise, focando nas ameaças e oportunidades, de acordo com a probabilidade. Outra técnica que pode ser utilizada é a análise do modo e efeito do risco (FMEA), a mesma exposta no item 3.1.2.5, a qual permite analisar a criticidade e a probabilidade dos riscos, apresentando requisitos do projeto que tendem a minimizar impactos negativos nele.

Matriz de probabilidade e impacto

Probabilidade	Ameaças					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05

Figura 24 – Exemplo de análise qualitativa de riscos

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 252)

3.3.11.4 Análise quantitativa de riscos

A análise quantitativa é feita com base na análise qualitativa, conforme explanado na seção 3.3.12.3, e esta analisa o efeito desses eventos e atribui uma

classificação numérica aos riscos, permitindo uma abordagem para tomada de decisões na presença de dúvidas.

Esta análise geralmente apresenta um panorama geral do projeto com os riscos mapeados separados de acordo com o custo de cada solução para prevenção dos riscos. A figura 25 ilustra uma técnica bastante utilizada neste processo, denominada árvore de tomada de decisão.

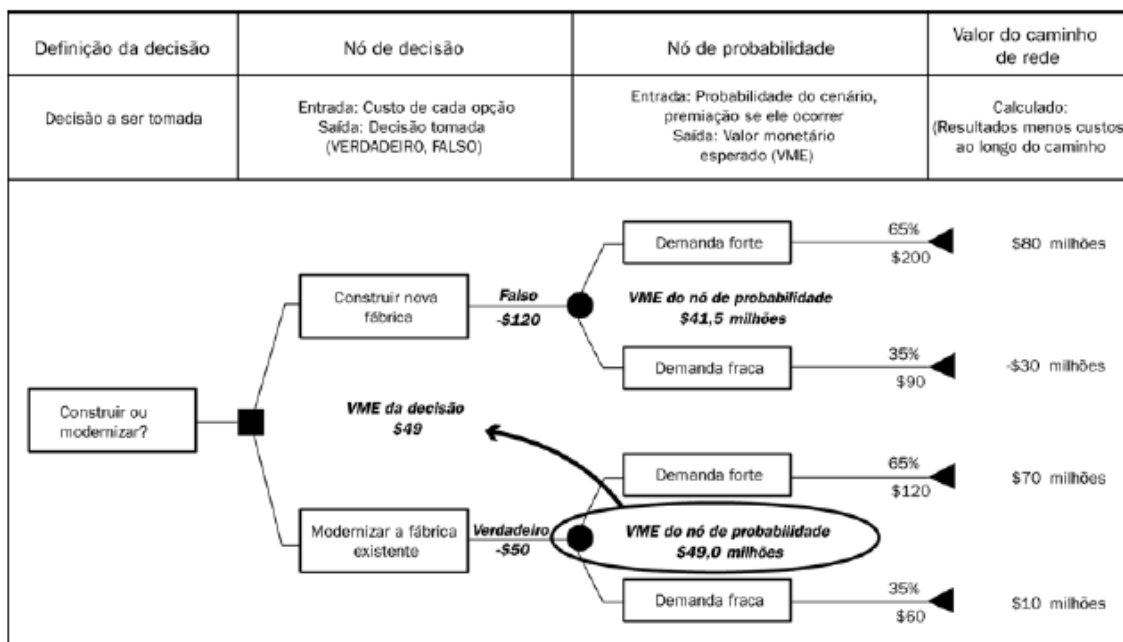


Figura 25 – Exemplo de árvore de decisão

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 258)

3.3.11.5 Planejamento de respostas a riscos

Este processo envolve, segundo o guia PMBOK (2004, pág. 260), o desenvolvimento de soluções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir ameaças aos objetivos do projeto. Em resumo, o planejamento de respostas a riscos define qual estratégia deve ser utilizada, de acordo com a prioridade e o impacto de cada risco no projeto, que foram mapeados nos processos anteriores.

Comumente, as estratégias levam em consideração diversos fatores, como: o custo afetado para a prevenção do risco envolvido, o impacto no cronograma na execução desta ação, etc. Dentre as estratégias utilizadas neste processo, destacam-se: evitar, mitigar, transferir e aceitar.

Quando é empregada a estratégia de evitar, os riscos possuem prioridade alta que são impactantes nos objetivos do projeto, os quais podem resultar em um fracasso do mesmo, se não evitados. Já a estratégia de mitigar exige a redução da probabilidade do risco ocorrer, gerando ações que podem ser úteis para amenizar

os riscos até um limite aceitável. Quando os riscos são transferidos, estes devem ser passados para empresas terceirizadas, deixando-as com a responsabilidade da realização de ações necessárias a prevenção, as quais geralmente estão atreladas em um contrato com o fornecedor. Por último, quando os riscos são aceitos é porque não existem formas de eliminá-los, neste caso o time do projeto deve reservar fundos para contingências, em termos de recursos humanos e financeiros.

3.3.11.6 Monitoramento e controle de riscos

O monitoramento e o controle dos riscos são realizados durante todo o decorrer do projeto, aplicando técnicas, como análise de tendências e da variação, utilizando dados de desempenho gerados. Segundo o guia PMBOK (2004, pág. 265), é um processo contínuo em todo o ciclo de vida do projeto, que envolve escolhas de estratégias alternativas, execução de um plano de contingência, realização de ações corretivas e revisão do plano de gerenciamento do projeto. Neste processo também estão inseridas as lições aprendidas, que servirão de base para os próximos projetos, de forma a reduzir o tempo do Gerente e da equipe do projeto durante a realização do gerenciamento de riscos.

De forma resumida, a figura 26 abrange todos os processos envolvidos no gerenciamento de riscos, mostrando suas entradas, ferramentas e técnicas.

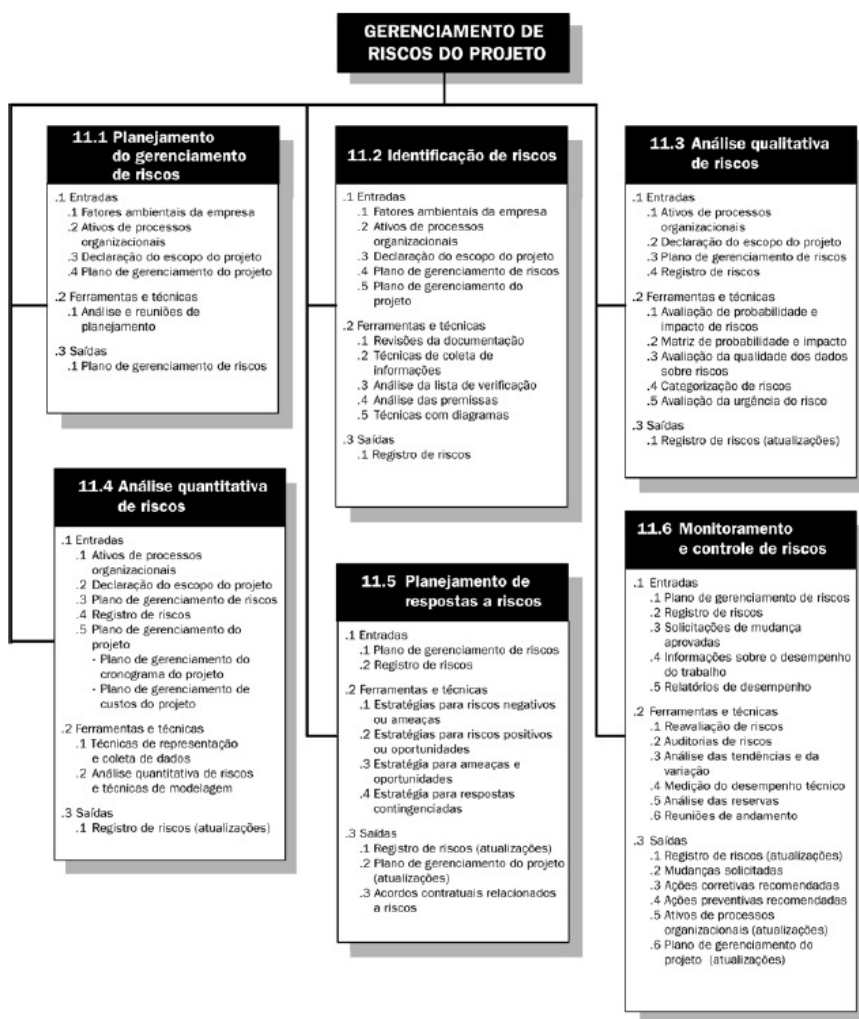


Figura 26 – Visão geral do gerenciamento de riscos

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 239)

3.3.12 Gerenciamento de aquisições

O guia PMBOK (2004, pág. 269) diz que, este gerenciamento trata dos processos necessários para adquirir produtos, serviços ou mão de obra especializada fora da equipe do projeto para a sua execução.

O gerenciamento de aquisições também inclui a administração de contratos entre contratante e contratada, definindo obrigações, restrições, penalidades entre ambas as partes. Os processos envolvidos nesta etapa são os seguintes:

- Planejamento de compras e aquisições;
- Planejamento de contratações;
- Solicitação de respostas de fornecedores;
- Selecionar fornecedores;

- Administração de contrato;
- Encerramento do contrato.

De acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 269), o planejamento de compras e aquisições determina quando e como fazer isso; as contratações envolvem a documentação dos requisitos de produtos ou serviços e a identificação de possíveis fornecedores; a solicitação de respostas de fornecedores é necessária para a obtenção de ofertas, cotações, preços para futura avaliação; a seleção dos fornecedores é feita de acordo com as propostas entregues e a negociação entre cliente-fornecedor, com base em um contrato específico de cada fornecedor; a administração do contrato engloba o gerenciamento deste, de forma a contratante obter uma relação sólida com o fornecedor, analisando e documentando o desempenho do mesmo; o encerramento envolve a resolução das pendências do projeto e a finalização do contrato entre contratante e contratada.

Uma visão geral do processo de gerenciamento de aquisições é mostrada na figura 27. Observa-se que neste processo uma boa relação entre cliente e fornecedor é vital para o bom andamento e execução do projeto, tal qual que, na prática, é um processo difícil de ser gerenciado, devido aos diferentes interesses entre as empresas envolvidas em cada projeto.

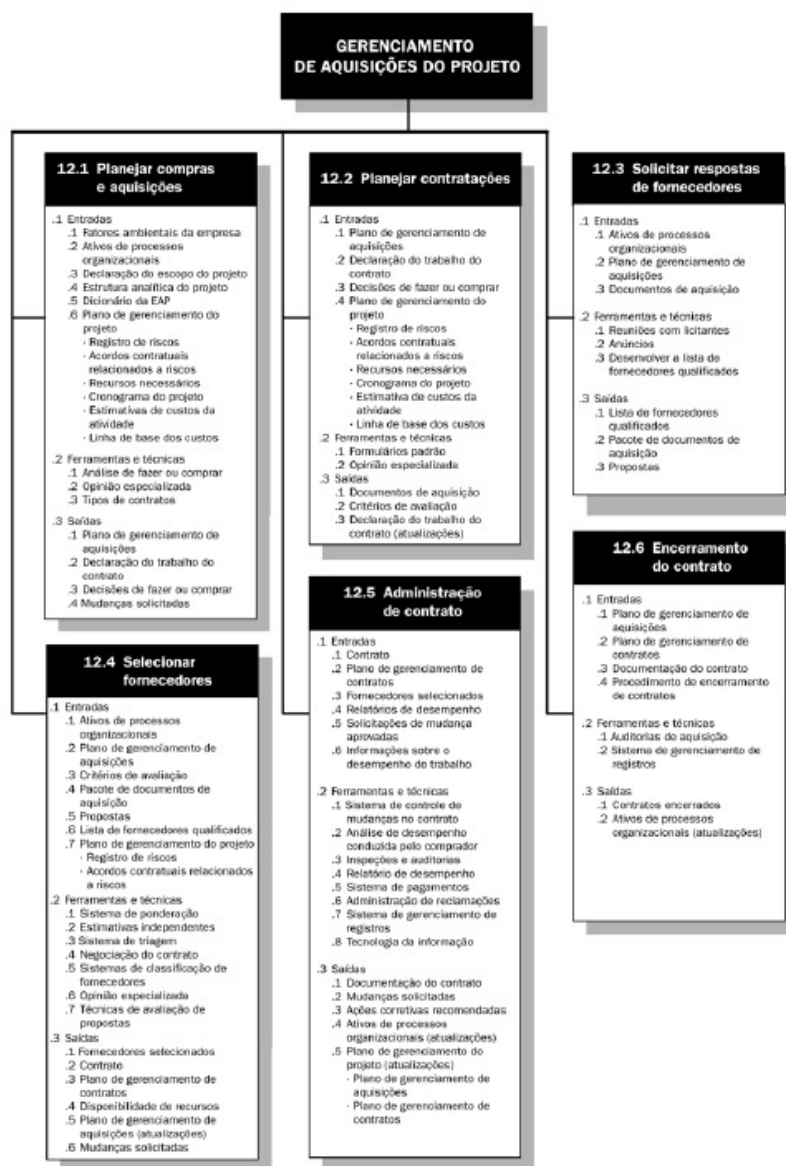


Figura 27 – Gerenciamento de aquisições com suas entradas, ferramentas e técnicas

Fonte: Guia PMBOK (2004, pág. 272)

3.3.13 Resumo dos processos

Embora o guia PMBOK não seja uma metodologia de Gerenciamento de Projetos, é um guia prático muito utilizado por todos os profissionais da área de projetos. O *Project Management Institute* (PMI), que criou o PMBOK, foi fundado em 1969, de acordo com o guia PMBOK (2004, pág. 309), com base de que existiam diversas práticas comuns de gerenciamento de projetos, nas mais variadas áreas das indústrias. Sendo assim, os profissionais do PMI apresentaram a idéia de que todas essas práticas poderiam ser documentadas e revisadas ao longo dos anos.

Com isso, surgiu o PMBOK tão utilizado nos dias de hoje pelos profissionais que estudam Gerenciamento de Projetos.

Sucintamente, a figura 28 apresenta um resumo dos processos contidos no PMBOK e explicados nas seções anteriores deste trabalho. A abordagem dos itens foi realizada de forma resumida neste trabalho, dessa forma sugere-se a leitura do guia PMBOK original para um maior entendimento sobre os processos do Gerenciamento de Projetos.

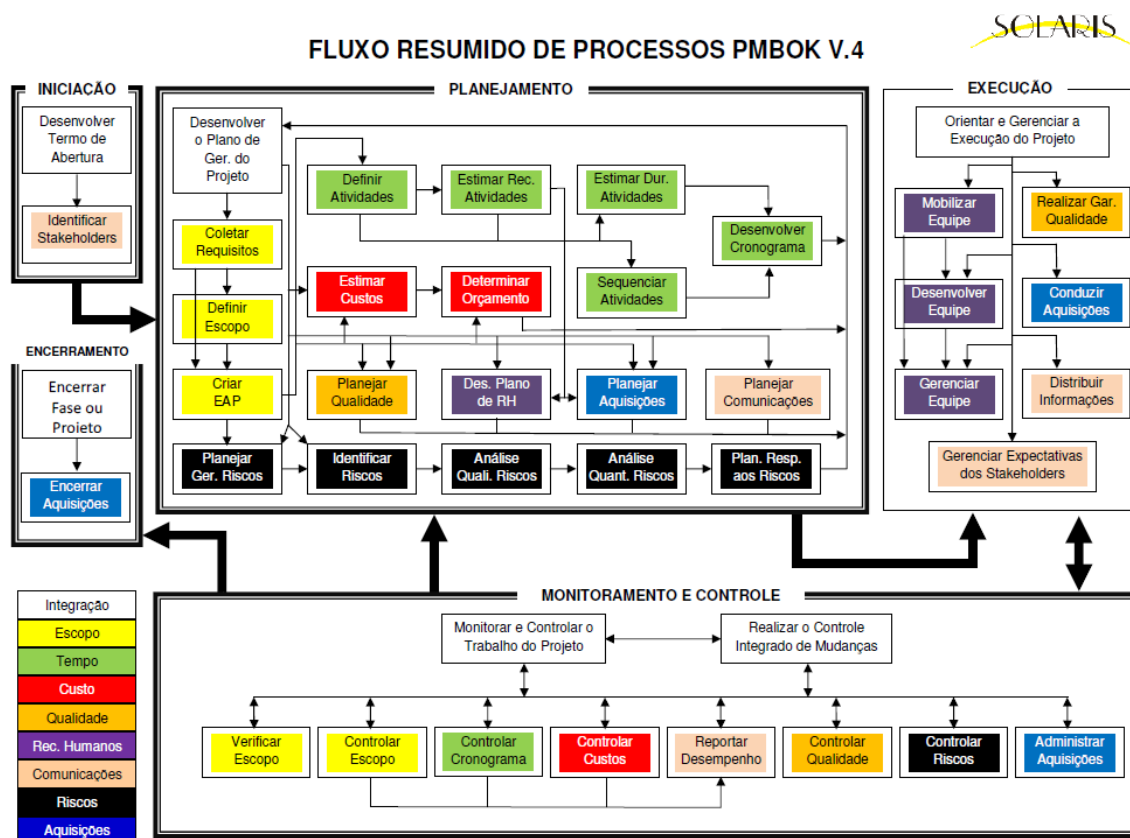


Figura 28 – Fluxo resumido dos processos do PMBOK

Fonte: Solaris, 2010.

4 PROPOSTA DE MODELO DE INTEGRAÇÃO ENTRE TPM E PMBOK

Nas indústrias que utilizam a metodologia TPM como princípio de gestão da produção, o Departamento de Engenharia de Projetos desta geralmente utiliza-se dos conceitos mencionados pelo guia PMBOK inseridos dentro da metodologia do pilar EEM. Por isso, neste capítulo o presente trabalho aborda uma proposta de modelo de integração entre TPM e PMBOK na prática de projetos industriais. Uma proposta de um modelo de integração na prática entre a metodologia e o guia PMBOK é apresentada na figura 29.

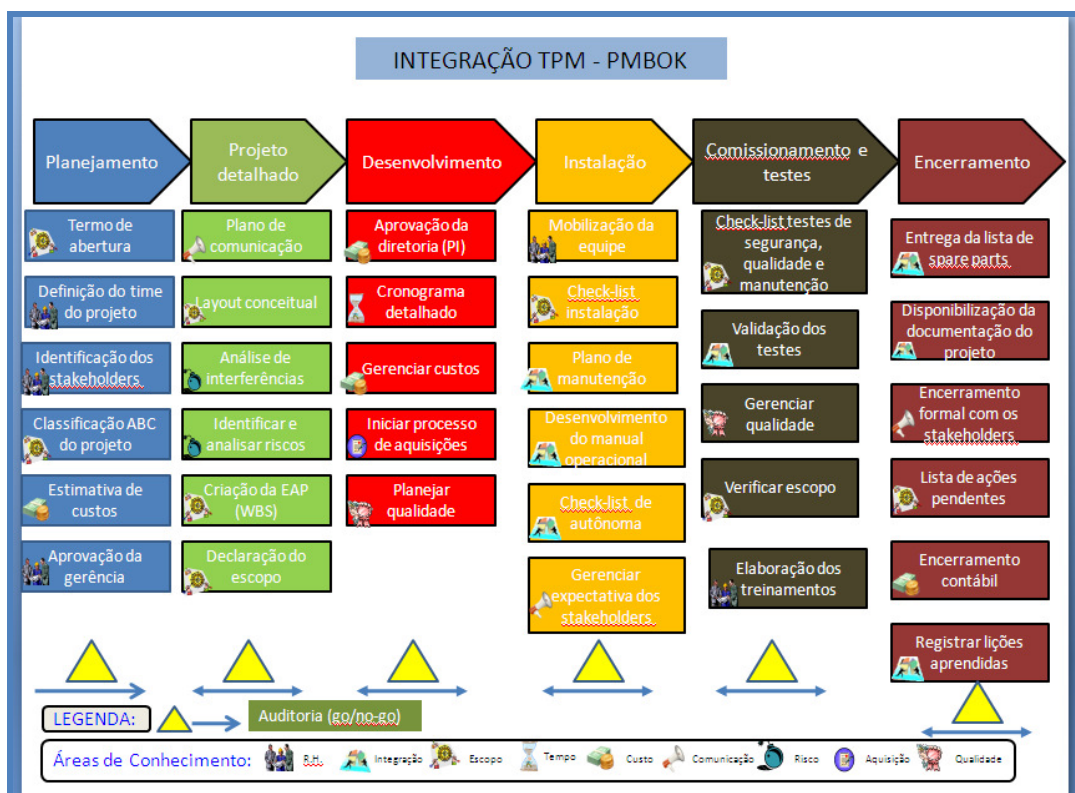


Figura 29 – Proposta de modelo de integração entre TPM e PMBOK

Fonte: Autoria própria, 2011.

Na figura 29 sugere-se a utilização de 6 DRs para o gerenciamento de projetos industriais, são eles:

- DR1 – Planejamento;
- DR2 – Projeto detalhado;
- DR3 – Desenvolvimento;
- DR4 – Instalação;
- DR5 – Comissionamento e testes;
- DR6 – Encerramento.

Dentro de cada DR, há a indicação de qual área de conhecimento do guia PMBOK, representado por ícones na figura, o pacote de trabalho ou entregável pertence. Este é representado pelos retângulos na figura 29. Os triângulos em amarelo dizem respeito à aprovação da fase ou auditoria do DR, conforme citado na seção 3.2.1 deste trabalho.

4.1. DR1 – Planejamento

O DR1 ou fase de planejamento descreve a concepção inicial do projeto, na qual é realizado o termo de abertura (descrito na seção 3.3.4.1) inicialmente, no qual descreve o objetivo, justificativa, premissas, restrições, expectativas e ainda, cálculo de *pay-back* ou tempo de retorno de investimento. Nesta etapa, é importante mencionar os principais ganhos com o projeto, em termos de KPIs (*key performance indicators*) ou indicadores-chave de fábrica, como por exemplo: *waste* (perdas), *claim* (reclamação de clientes), quebras de máquina, número de acidentes, etc.

A definição do time do projeto deve ser elaborada nesta etapa para alocação dos recursos de outros departamentos, quando necessário (o qual na maioria das vezes é preciso), principalmente quando algum indicador-chave de tal departamento é atacado fortemente como, por exemplo, o indicador *claim*, onde deve-se ter no time do projeto uma pessoa do Departamento de Qualidade.

Identificar *stakeholders* é imprescindível durante o planejamento do projeto, para que as expectativas de todos possam ser mapeadas. Na metodologia TPM é muito comum na prática identificar diferentes expectativas dos setores de Manutenção, Qualidade, Produção, Segurança, devido às disparidades entre objetivos do mesmo projeto para cada departamento. Dessa forma, cada um deles briga para atingir seu próprio resultado.

A classificação ABC do projeto é feita analisando-se quais indicadores-chave serão afetados após a instalação do projeto e qual seu impacto em cada quesito. Como exemplo dessa classificação é apresentada a figura 30.

Projeto:		Responsável:		Data:
Supervisório		Felipe Hoffmann		24/11/2011

Na matriz abaixo, deve ser estimado riscos de piora ou melhora para cada critério

Critérios	Impacto			Classificação do Impacto
	Alto	Médio	Baixo	
Meio Ambiente	Pode parar a fábrica, devido a legislação ambiental	Impacto Ambiental Médio	Impacto Ambiental Baixo	Baixo
Segurança	Altos riscos de acidentes	Baixos riscos de acidentes	Riscos de acidente muito baixos	Baixo
Qualidade	> 2 claims / ano	< 2 claims / ano	Baixo ou nenhum risco de claim	Médio
Eficiência	Impacto maior que 30% sobre a EE atual	Impacto entre 10% e 30% sobre a EE atual	Impacto menor que 10% sobre a EE atual	Médio
Total Waste	Total Waste > 0,2%	Total Waste de 0,2% a 0,05%	Total Waste < 0,05%	Médio

Na matriz abaixo, é julgada a magnitude do projeto

Critérios	Impacto			Classificação do Impacto
	Alto	Médio	Baixo	
Custo do Investimento	Investimento maior que US\$ 500 mil	Investimento entre US\$ 100 mil e US\$ 500 mil	Investimento menor que US\$ 100 mil	Médio
Payback	< 1 ano	1-2 anos	> 2 anos	Baixo
Risco Técnico	Nova para Tetra Pak	Nova para fábrica, porém conhecida em outras fábricas da Tetra Pak	Conhecida na fábrica	Baixo
Risco na Entrega	Atrasar na entrega impactará em atrasar na entrega de embalagem	Atrasar na entrega impactará em curta entrega	Atrasar na entrega não é crítico	Baixo

Avaliação

Um ou mais critérios com impacto "Alto"	Classe A
Mais que dois critérios com impacto "Médio"	Classe B
Qualquer outra condição	Classe C

Resultado

Classificação do Projeto	B
--------------------------	----------

Figura 30 – Exemplo de classificação ABC de um projeto

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2011.

A estimativa de custos, descrita na seção 3.3.7.1 deste trabalho, é feita nesta fase para que o Gerente de Projetos tenha uma noção de quanto deverá ser o investimento, por parte do *Sponsor* ou da organização. Geralmente, são feitos contatos com alguns fornecedores explicando a idéia geral do projeto para fazer orçamento dos equipamentos-chave para o desenvolvimento deste.

O entregável de aprovação da gerência trata somente da parte burocrática deste DR, pois tem o objetivo de garantir o respaldo e a ciência do *Sponsor* do projeto com o estudo elaborado pelo time, aprovando ou reprovando os requisitos definidos nesta fase.

A auditoria desta fase pode ser considerada a aprovação da gerência, onde geralmente são analisados se o projeto tem objetivos alinhados à estratégia da empresa, normalmente voltados aos indicadores-chave da metodologia TPM da fábrica.

4.2. DR2 – Projeto detalhado

Na fase de projeto detalhado realiza-se o estudo aprofundado do projeto, considerando as seis grandes perdas, explanados na seção 3.1.3 deste trabalho, além das principais vertentes avaliadas pelo TPM, tais como: manutenibilidade, operacionalidade, confiabilidade e segurança.

De maneira geral, neste DR também deve ser realizado o Gerenciamento do Projeto, porque são elaborados vários documentos que condizem aos processos de gerenciamento, sugeridos pelo guia PMBOK, descrito na seção 3.3 do presente texto. Em virtude disso, este DR é considerado o de mais relevância e complexidade, pelo fato de exigir do Gerente de Projetos e dos integrantes da equipe várias habilidades e conhecimentos tanto na área técnica quanto em Gerenciamento de Projetos. O que consuma de fato, as características que um profissional na área de projetos deve seguir, conforme descritas na seção 3.3.2 deste trabalho.

O plano de comunicação é parte vital para uma boa fluência das informações, de acordo com o grupo envolvido nestas. O emissor tem a obrigação de destinar corretamente as informações para os envolvidos (receptores), em um formato e frequência admissíveis para o bom gerenciamento da comunicação, conforme explanado na seção 3.3.10. Dentro de projetos industriais, o destino correto das informações para os diversos departamentos da empresa é de grande importância para o bom andamento do projeto. A figura 31 ilustra um exemplo de plano de comunicação, no qual são definidos os itens necessários para correto destino das informações.

Nome do Projeto Supervizório		Número do Projeto:		Líder: Felipe Hoffmann	
MEMBROS					
Nome	E-Mail	Telefone	Empresa	Grupo	
				Manutenção	
				Qualidade	
				Processos	
				Operação	
				Produção	
				Manutenção	
				Manutenção	
				Projetos	
				Qualidade	
				Segurança	
				Meio Ambiente	
PLANO DE COMUNICAÇÃO					
Tópicos de Comunicação	Propósito	Grupo / Pessoa	Frequência	Formato	Responsável
Preenchimento dos DF's, status do projeto, definições	Informativo	GT	Semanal	Reunião	Gerente de Projetos
Informativo mensal de projetos	Informativo	Stakeholders	Mensal	Informativo	RH

Figura 31 – Exemplo de um plano de comunicação

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2011.

O layout conceitual do projeto é um entregável considerável do DR2, pelo fato de envolver pessoas envolvidas em vários pilares, como de melhorias focadas (FI), manutenção da qualidade, planejada e autônoma, pois todos devem opinar e dar sua contribuição para a escolha do melhor layout, em termos de fluxo de materiais, manutenibilidade, operacionalidade, dentre outros. O pilar de Segurança e Meio Ambiente também deve ser envolvido para opinar sobre questões importantes para preservar o indicador de acidentes da fábrica.

Os pilares de Manutenção Planejada e Autônoma têm o objetivo de decidir por um layout que previna a manutenibilidade do sistema, ou seja, que seja fácil a instalação de sistemas do tipo *Poka-Yoke* (dispositivo à prova de erros), como o apresentado na figura 32, de lubrificação, figura 33, e que evitem quebras e pequenas paradas. Geralmente, o layout conceitual deve ser aprovado por todos os envolvidos e revisado, conforme a necessidade no decorrer do projeto.

Wrong belt tension



Right belt tension



Figura 32 – Exemplo de sistema poka-yoke

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2011.

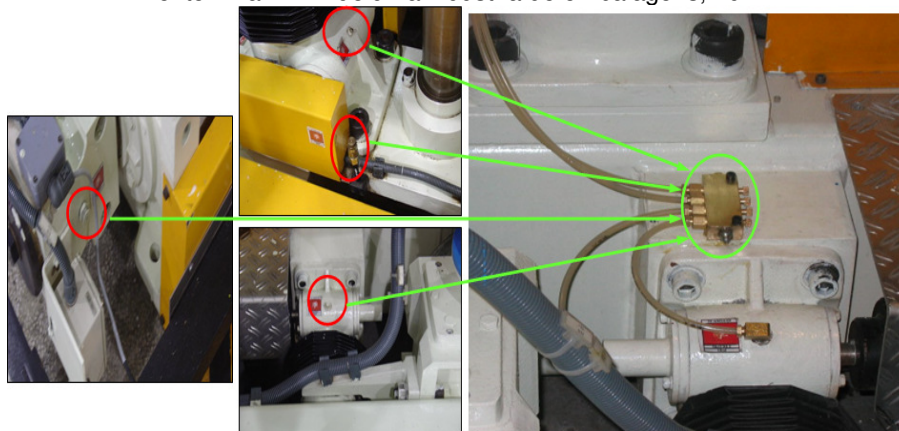


Figura 33 – Exemplo de lubrificação centralizada pelo pilar de Manutenção Autônoma

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2011.

O layout, usualmente, é elaborado com o auxílio de softwares com tecnologia 3D, como o AutoCad para facilitar o entendimento do projeto e para servir como base para o levantamento dos pontos de interferências e análise de riscos. Um exemplo de layout conceitual é mostrado na figura 34.

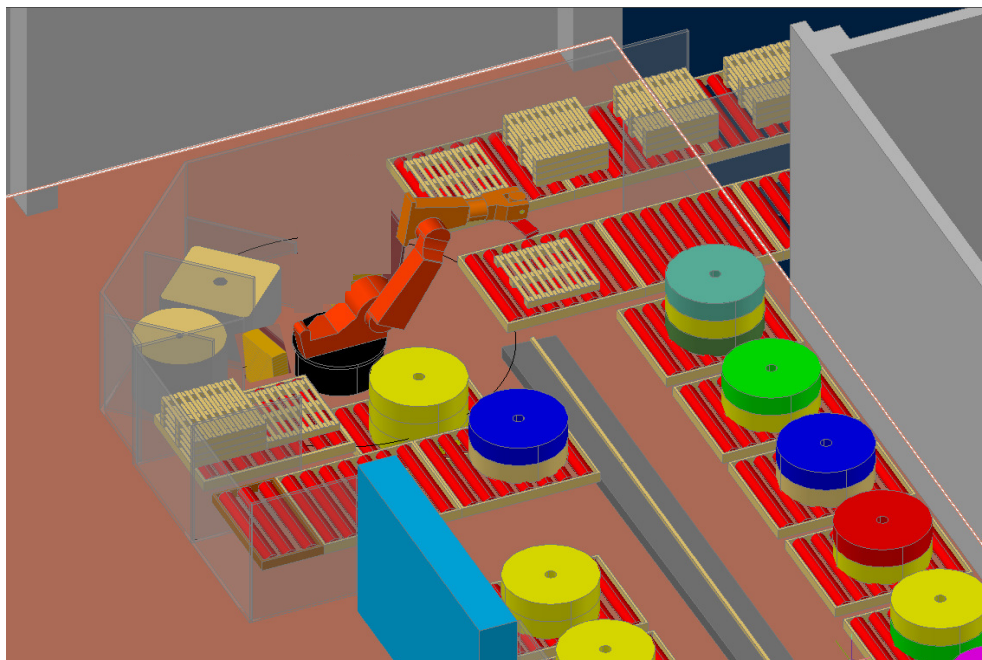


Figura 34 – Exemplo de layout conceitual

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

A identificação, planejamento e análise de riscos é parte essencial dentro de Gerenciamento de Projetos, conforme descrito na seção 3.3.11 deste trabalho, pois é uma maneira clara do time pensar em várias possibilidades de insucesso ou problemas durante a instalação do projeto.

No desenvolvimento de projetos industriais, a análise de riscos é de vital importância para a prevenção de problemas durante a instalação na produção, devido à indisponibilidade de fábrica parada, na maioria das vezes. Por isso, uma boa análise de riscos garante uma gestão antecipada de eventuais problemas. Um exemplo de análise de riscos utilizada em uma empresa que utiliza a metodologia TPM é ilustrado na figura 35.

ANÁLISE DE RISCOS DE PROJETO																				
PROJETO				LÍDER DO PROJETO		PARTICIPANTES												SOLICITANTE		
																		DATA		
				Pontuação			Pontuação (cada unidade de ação)													
Nro	DR	COMPONENTE	Evento	Prob.	Impacto	Resultado	Estratégia	Ação	Ende para Plano de Ação	Responsável	Prazo	Prob.	Impacto	Resultado	Plano de Falha	Custo do Impacto		Contingência	Data de Expiração	
			Descrição do Risco	1-5	1-5	1-25	Ações, Estrat., Transist., Algorit., Diagram.	O que será feito para cumprir a estratégia	Quem será responsável pela ação	Prazo de realização da ação		1-5	1-5	1-25	O que será feito caso o risco não ocorra (pre-ação)	Custo total em caso de ocorrência do evento	Tempo total em caso de ocorrência do evento	Reserva de Custo para proteção	Reserva de tempo para proteção	Lista em que o risco não será mais considerado
1						0								0						
2						0								0						
3						0								0						
4						0								0						
5						0								0						
6						0								0						
7						0								0						
8						0								0						
9						0								0						
10						0								0						
11						0								0						
12						0								0						
13						0								0						
14						0								0						
15						0								0						
16						0								0						
17						0								0						
18						0								0						
19						0								0						

Figura 35 – Exemplo de análise de riscos agregando a metodologia TPM e conceitos do guia PMBOK

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

A criação da Estrutura Analítica do Projeto ou WBS para esta proposta deve seguir os mesmos conceitos descritos na seção 3.3.5.3 desta monografia, pois é uma ferramenta útil para deixar o projeto mais fácil de ser gerenciado e controlado. Dentro de projetos industriais, é interessante utilizá-la para controlar pacotes de trabalho de diferentes vertentes, como por exemplo, quando trata-se de uma máquina, a EAP deve conter em seu maior nível: elétrica, mecânica, automação, planejamento, dentre outros.

Para a elaboração deste são utilizados softwares específicos, como por exemplo, o WBS Chart Pro que pode ser integrado no MS-Project, traduzindo-o como atividades em um cronograma detalhado e a recíproca também pode ser realizada.

A declaração do escopo ou também chamada de *Project Charter* é o documento que delimita os requisitos, critérios de sucesso, justificativas do projeto para os envolvidos. Basicamente, conforme dito na seção 3.5.2, neste documento definem-se os itens que estão inclusos, bem como os não inclusos. Além disso, são colocadas as justificativas qualitativas e quantitativas do projeto que, dentro do contexto de projetos industriais, estão intimamente ligados ao planejamento estratégico da organização. As premissas são colocadas na declaração para que o cliente esteja ciente de algumas condições necessárias para que o projeto possa ser executado, como exemplo pode-se citar o tempo de parada de produção durante a instalação e comissionamento. Por outro lado, as restrições abordam eventuais interferências durante o desenvolvimento do projeto, como por exemplo, o fato de

não envolver melhorias no sistema existente, em um projeto de automação de uma máquina.

No contexto de engenharia de projetos industriais em organizações que tenham o TPM como princípio, a declaração de escopo deve ser o documento que garante o alinhamento (aprovação) entre os diversos pilares, para que os critérios de sucessos estipulados por cada gerente do pilar sejam satisfeitos, ao final do projeto. A figura 36 ilustra um *template* de declaração de escopo em uma empresa que utiliza o TPM como metodologia.

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO	Nome do Projeto:		
	Número (PS/PM):		
	Data de preenchimento:		Classificação (ABC):
CRITÉRIOS DE SUCESSO			
RECURSO FINANCEIRO	<input type="checkbox"/> BUDGET <input type="checkbox"/> PI		Valor (R\$):
	Número do Projeto (Budget):		Pay Back:
RECURSO HUMANO	Patrocinador (Sponsor):		
	Aprovador:		
	Líder do Projeto:		
	Envolvidos (Stakeholders):		
ESCOPO	Incluso:		
	Não incluso:		
JUSTIFICATIVAS	Quantitativo:		
	Qualitativo:		
RESTRIÇÕES			
PREMISSAS			
ESTIMATIVAS	Prazo:		
	Custo:		
APROVAÇÕES			
	Qualidade	Meio Ambiente	Segurança
	Gerente Área Solicitante	Gerente Fábrica	Gerente Projetos

Figura 36 – Exemplo de declaração de escopo

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

4.3. DR3 – Desenvolvimento

Nesta etapa, o projeto já está especificado e detalhado pela equipe, porém o Gerente de Projetos ainda não está com a aprovação da diretoria e, consequentemente, sem o investimento consolidado. Este DR é o marco para definitivamente a equipe elaborar o plano de gerenciamento do projeto em caso positivo ou reavaliar o escopo, no caso contrário.

Sendo assim, o primeiro entregável baseia-se no pedido do investimento (PI) para a diretoria da organização, onde informações como o impacto do não investimento no projeto e a justificativa alinhada com a estratégia da empresa são visadas neste documento. Neste é necessário mencionar os ganhos com o projeto, para que as seis grandes perdas do TPM, conforme descrito na seção 3.1.3, sejam reduzidas ou erradicadas.

Caso o investimento seja aprovado, o time deve se concentrar no plano do gerenciamento do projeto, focando na elaboração do cronograma detalhado do projeto, incluindo detalhamento e seqüenciamento das atividades durante a instalação, conforme descrito na seção 3.3.6. Comumente, em projetos industriais é feito o cronograma do projeto o qual inclui o planejamento deste com os prazos e recursos estimados e, em paralelo, o cronograma da instalação cujo objetivo é detalhar as atividades a serem realizadas por pacote de trabalho, como elétrica, mecânica, automação, etc. com os recursos e prazos alocados. A figura 37 apresenta um exemplo de cronograma detalhado de uma instalação.

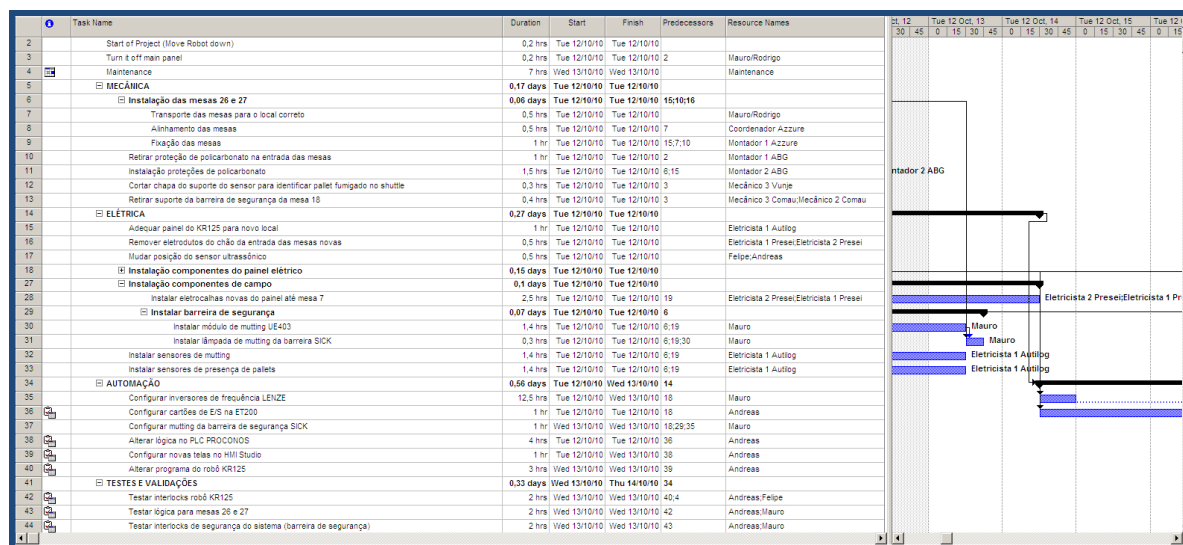


Figura 37 – Exemplo de cronograma detalhado de instalação de um projeto industrial

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

O gerenciamento dos custos em uma organização que possui o TPM e o PMBOK empregados pode ser feito de diversas maneiras, como em softwares customizados ou em softwares ERPs (*Enterprise Resource Planning*) conhecidos, por exemplo, o SAP. Este integra todos os custos dos departamentos da organização, facilitando a gestão tanto para o Gerente do Projeto quanto para o alto escalão e ainda, para o Departamento de Suprimentos, pois para cada departamento há um módulo ou interface correspondente (para projetos é o PS-*Project System*). Neste, também é possível a geração de relatórios de custos mensais ou semanais que são úteis para o acompanhamento da curva EVA do projeto, descritos na seção 3.3.7.3 deste trabalho. Os softwares específicos de gestão de custos podem mostrar somente as informações necessárias para o Gerente de Projetos, sendo o saldo e o *spending* as de maiores relevância.

Utilizando-se um software ERP, o processo de aquisições fica fácil e rápido, pois o time do projeto depende somente da especificação técnica do item a ser comprado que o sistema automaticamente se comunica com o setor de suprimentos, para a programação e o pagamento do fornecedor externo do item.

Neste DR também é realizado o planejamento da qualidade do projeto, onde o pilar EEM é responsável por definir métricas e especificações para avaliação do projeto. Tais especificações podem ser parâmetros de processo, modos de falha da máquina a ser instalada, dentre outros. Analogamente, conforme descrito na seção 3.3.8 deste trabalho, o planejamento da qualidade define os parâmetros para que o projeto atenda aos requisitos baseados na declaração do escopo. Contudo, em empresas que utilizam o TPM nesta etapa aplica-se o conceito de melhoria contínua ou *Kaizen*, onde o time do projeto deve sugerir melhorias operacionais e de manutenção, no caso da instalação de uma máquina, por exemplo.

4.4. DR4 – Instalação

Esta etapa refere-se à execução propriamente dita do projeto industrial, pois é onde todas as atividades do cronograma devem ser realizadas, geralmente em um curto período de tempo, devido à baixa disponibilidade de produção parada.

Considera-se nesta fase que a empresa que fornece os serviços de mão-de-obra já foi contratada e todos os materiais estão disponíveis para a execução do serviço em campo. Dessa forma, a mobilização da equipe pode ser realizada 1 semana ou 10 dias de antecedência da parada programada da produção. Esta

mobilização tem a função de reunir a empresa contratante e a contratada, de forma a garantir o alinhamento entre ambas partes, deixando claro o escopo de cada uma na execução dos serviços durante a parada de fábrica. De maneira prática, o líder ou gerente do projeto e a sua equipe deve explicar as atividades contidas no cronograma detalhado, de forma a prevenir erros na instalação do projeto. Por isso, é uma etapa que envolve um planejamento conciso das atividades e do total entendimento por parte dos executores das tarefas.

Durante a instalação do projeto, a equipe deve se preocupar na coordenação das atividades descritas no cronograma e, paralelamente, no preenchimento do *check-list* da instalação, no qual deve conter as tarefas sumarizadas dentro de cada pacote de trabalho. Neste mesmo período, devem ser realizadas reuniões de *follow-up* para verificação do andamento da instalação, onde o Gerente de Projetos deve receber as informações e analisá-las de forma, a saber, se o prazo do projeto será afetado, sendo necessário tomar alguma decisão se a resposta for positiva. Em alguns casos, o Gerente de Projetos cancela a instalação após esta análise, pois podem vir a impactar diretamente na partida de máquina para produção e, conforme descrita na seção 3.1.3 deste trabalho, partida de máquina pode vir a ser uma grande perda. Por isso esta decisão deve ser tomada tanto pelo Gerente de Projetos quanto pelos envolvidos do pilar de Manutenção Planejada e Manutenção Autônoma.

Ao final da instalação do projeto, o *check-list* deve ser avaliado novamente para a equipe verificar se todos os itens descritos no escopo foram feitos e, a empresa contratada pode ser avaliada, em termos de comprometimento e qualidade do serviço entregue. Sendo assim, este *check-list* é uma ferramenta importante para a análise de qualidade dos fornecedores e também para registrar lições aprendidas ou *lessons learned* deste, a fim de evitar os mesmos erros em projetos futuros.

Com o projeto instalado, o time do projeto define, juntamente com o pilar de Manutenção Planejada, um plano de manutenção para a nova máquina ou projeto instalado. Para cada máquina instalada na fábrica há uma hierarquia que define características de cada uma delas, tudo isso dentro de um sistema de informação que poderia ser o SAP, por exemplo. Dessa forma, o time do projeto especifica dentro de qual sistema (por exemplo, elétrico) e de qual subsistema (por exemplo, painel elétrico) as atividades de manutenção devem ser realizadas. Conforme descrito no item 3.1.2.3 do presente trabalho, algumas atividades são do tipo TBM

ou baseadas em tempo, sendo assim em toda manutenção preventiva da máquina, essas atividades devem ser realizadas pelos manutentores, dentro de certo período de tempo. Atividades que envolvem manutenção preditiva ou CBM devem ser repassadas para a Manutenção Planejada realizar o acompanhamento mensal destas.

O manual operacional deve ser feito pela equipe do projeto, juntamente com os pilares de Manutenção Autônoma e Planejada, pois existem tanto procedimentos e instruções de trabalho operacionais quanto de manutenção. Basicamente, é um documento que descreve todas as funções da máquina com suas possíveis falhas. Por isso, um *troubleshooting* ou técnica que descreve as causas potenciais e soluções possíveis para cada falha, pode ser utilizado.

Analogamente ao plano de manutenção, a equipe do projeto deve elaborar o *check-list* de Autônoma, obviamente em parceria com o pilar de Manutenção Autônoma, para definir os pontos que serão checados pelos operadores da máquina, em cada turno. Geralmente, são definidos padrões de pontos de lubrificação, limpeza, parâmetros de processo, de qualidade e ainda, de máquina. Este *check-list* se torna mais complexo à medida que o passo do pilar de Manutenção Autônoma da fábrica que utiliza o TPM está.

De fato, se a organização está no nível 7 (mais alto) da Autônoma, então as atividades deste documento podem chegar até a manutenção em alguns pontos da máquina, como, por exemplo, o ajuste de um sensor. Dessa forma, este formato de envolver os operadores para cuidar da sua máquina tem o objetivo de manter a boa produtividade e operacionalidade da máquina, conforme descrito na seção 3.1.2.2 deste trabalho.

O entregável de gerenciar expectativas dos *stakeholders* tem o objetivo de checar se os itens instalados no projeto estão de acordo com o planejado no escopo. Sendo assim, se houver algum item que não havia sido incluso no escopo, o solicitante deve abrir um formulário para alteração de escopo, definindo o que deverá ser alterado e o motivo da alteração. Após isso, o Gerente de Projetos juntamente com a equipe deverá analisá-lo e classificar o impacto, em termos de custo e prazo, desta alteração para verificar a viabilidade. Basicamente, este documento assegura o aceite parcial da instalação do projeto, por parte dos envolvidos.

4.5. DR5 – Comissionamento e testes

Esta etapa diz respeito ao comissionamento ou *start-up* e testes do projeto com a produção em andamento. Em alguns projetos que envolvem somente alterações na parte de automação da máquina, o comissionamento é feito com a produção em andamento, dessa forma é necessário um alinhamento entre os pilares EEM e de Melhorias Focadas para que a máquina fique um tempo “em comissionamento”, onde não serão contabilizadas quebras nela se houver falhas durante este período, para não impactar no indicador de quebras da Manutenção Planejada.

Dentro deste DR, também são realizados os *check-lists* de testes de segurança, qualidade e manutenção do projeto instalado, os quais têm o objetivo de certificar que todos os requisitos dos pilares de Manutenção Planejada, da Qualidade, de Segurança e Meio Ambiente foram atendidos. Neste contexto, um sistema informativo do pilar EEM deve ser consultado, chamado de MP Info System ou *Loss Prevention*. Neste, tais especificações podem ser consultadas para possível implementação.

Após os testes de segurança, qualidade e manutenção, estes devem ser validados pelos envolvidos e, ainda nesta etapa poderão ser requisitadas pequenas melhorias para o aceite final do projeto instalado.

Paralelamente ao aceite dos testes, o gerenciamento da qualidade do projeto deve ser feito, pois o pilar EEM tem a responsabilidade de verificar a forma que o projeto foi conduzido pelo time e o envolvimento com os outros pilares. O que conta muito neste entregável é a forma do controle de ações feitas por DR e a quantidade de pontos checados também são relevantes para uma boa pontuação da qualidade do projeto.

Durante a verificação do escopo, conforme descrito na seção 3.3.5.4 deste trabalho, o time do projeto é auditado pelos *stakeholders* dos pilares envolvidos, juntamente pelo *Sponsor* do projeto. São avaliados os indicadores do projeto, baseado no item 3.2.2 deste trabalho. Sendo assim, os indicadores de OTIF (curva característica de *start-up* vertical) e OC são verificados, além dos objetivos propostos no escopo. O aceite nesta etapa credencia o time do projeto a se concentrar nos entregáveis finais, dito como *handover* que envolvem a documentação final para os pilares de Manutenção Planejada, Qualidade e Autônoma.

Juntamente com o pilar de Educação e Treinamento, o time do projeto deve elaborar os treinamentos operacionais e de manutenção. Normalmente, na prática, o líder ou gerente do projeto é responsável por repassar estes treinamentos a alguns multiplicadores, para que todos os envolvidos sejam treinados e tenham um conhecimento geral sobre o novo projeto.

4.6. DR6 – Encerramento

A última etapa na elaboração de um projeto industrial destaca-se pelas entregas das documentações em meio físico e digital, para os pilares envolvidos neste.

A lista de *spare parts* é o documento onde são colocados todos os materiais utilizados no projeto, com seus códigos de referência, fornecedor, para que foi utilizado e em qual máquina, sistema e subsistema estes foram alocados. Este documento é muito útil para o pilar de Manutenção Planejada, pois se houver alguma quebra na máquina, onde algum componente deve ser trocado, então com o código de referência é possível buscar o item no almoxarifado sem maiores problemas, reduzindo-se assim o tempo de reparo da manutenção também. Um exemplo de lista de *spare parts* é mostrado na figura 38.

[illegible]

Figura 38 – Exemplo de uma lista de *spare parts*

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

A disponibilização da documentação do projeto envolve a entrega final do *handover* para os pilares de Manutenção Planejada, Autônoma, Qualidade,

Segurança e Meio Ambiente. Na prática, são todos os projetos com *as-built*, ou seja, revisados após o comissionamento, como: elétrico, mecânico, civil, pneumático, hidráulico, dentre outros. Em projetos que envolvem automação todos os *backups* de programas de equipamentos específicos também devem ser entregues ao responsável pela Manutenção Planejada. Para o pilar de Autônoma, os documentos operacionais e instruções de trabalho são entregues para consultas futuras. Alguns vídeos também são aproveitados para uma melhor visualização do projeto em produção.

Já para a Manutenção da Qualidade, são entregues as especificações de processo e modos de falha de defeitos. Para o pilar de Segurança e Meio Ambiente, o documento de Identificação e Análise de Riscos (IAR) deve ser apresentado e validado, para um mapeamento futuro de riscos da área em que o projeto foi instalado.

O encerramento formal com os *stakeholders* é a assinatura do *Sponsor* ou cliente interno do projeto, onde são mencionados os indicadores finais dele (OTIF, OC), critérios de sucesso definidos na declaração de escopo (DR2), lista de ações pendentes e avaliação dos fornecedores que ajudaram na instalação do projeto.

A lista de ações pendentes é utilizada para futuras melhorias no projeto, em alinhamento com o Pilar de Manutenção Planejada.

Após o aceite final dos envolvidos, o encerramento contábil do projeto deve ser feito, juntamente com o Departamento de Controladoria, no qual o ativo é baixado e assim, o investimento é fechado para começo da depreciação, ao longo dos anos.

Como último entregável, as lições aprendidas devem ser registradas para serem armazenadas em um banco de dados da organização. O ideal é que o time do projeto registre-as durante o desenvolvimento do projeto, ou seja, em cada DR devem ser anotadas. Este processo é muito importante para a realimentação (*feedback*) para os membros do pilar de Gestão Antecipada do Equipamento, pois com a ajuda destas lições, os líderes ou gerentes de projetos podem prevenir e evitar erros no desenvolvimento e instalação do mesmo. Mais ainda, se houver um projeto similar ou igual que pode ser instalado em outra fábrica da organização, chamado de expansão horizontal, este pode ser o documento mais importante para a tomada de decisões da equipe de projetos industriais.

Ao final de todos os DRs, o time do projeto é auditado por algum gerente dos pilares envolvidos com o projeto. Todos os entregáveis são vistos pelo auditor nesse processo, sempre mencionando o nível qualitativo dos entregáveis gerados, da documentação entregue e ainda, do controle de ações do grupo do projeto. Um exemplo deste controle de ações pode ser visto na figura 39.

[illegible]

Figura 39 – Exemplo de controle de ações do projeto

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2011.

Se a nota da auditoria for menor que 11,62 pontos, ou seja, 70% do total da nota máxima (16,6), então o time do projeto deve reavaliar as ações e os entregáveis gerados nesta fase, sendo obrigado a refazer o DR anterior.

Em resumo, cada membro do pilar de EEM trabalha como se fosse um integrante do PMO (*Project Management Office*) ou Escritório de Gerenciamento de Projetos da organização, sugerindo melhorias e alterações da metodologia empregada entre TPM e PMBOK.

Além disso, espera-se que com a utilização da metodologia proposta neste item, o *start-up* vertical de um projeto industrial seja atingido o mais rapidamente possível e que o número de problemas seja reduzido drasticamente na instalação, alcançando-se assim o OTIF do projeto.

- Garantir que os novos projetos satisfaçam os requisitos não apenas na disponibilidade, mas também em desempenho operacional;
- Garantir um rápido *start-up* em termos de qualidade, confiabilidade, custo, utilizando todas as informações disponíveis (da gestão de classe mundial TPM) e habilidades da companhia para atividades relacionadas aos estágios iniciais do projeto;
- Garantir que os projetos sejam gerenciados e encerrados dentro do orçamento ou *budget* previsto (OC-*On Cost*);
- Promover a comunicação entre as várias funções para garantir o correto fluxo de informações e conhecimento em todos os níveis de desenvolvimento do projeto, gerando lições aprendidas em todas as fases do mesmo.

O pilar EEM proporciona uma metodologia para desenvolvimento de projetos industriais, baseados em entregáveis divididos por *Design Review* (DR), no total de 7, conforme ilustra a figura 41. Vê-se nesta que ao final de cada DR há uma auditoria para verificação se este está em concordância com os objetivos e expectativas fornecidas pelos *stakeholders*. Se estiver, então o próximo DR será iniciado, caso contrário o anterior deverá ser repetido.

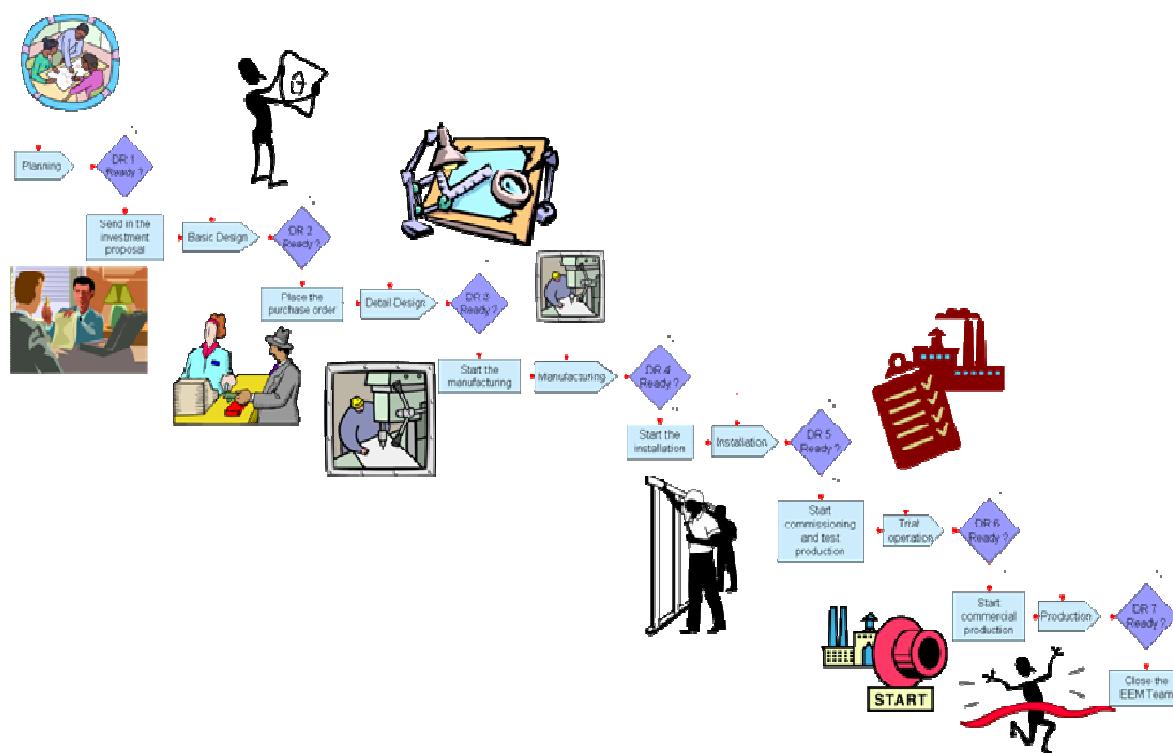


Figura 41 – Metodologia do pilar EEM de uma indústria de embalagens cartonadas

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

Dentro do pilar de Gestão Antecipada do Equipamento, há uma rota que deve ser seguida pelos integrantes deste. Essa rota, apresentada na figura 42, serve também como uma descrição de passos para a implantação do pilar em indústrias que não utilizem a metodologia de gestão TPM. Esses passos são considerados ainda para determinar o nível de maturidade de um pilar EEM. Dessa forma, para se chegar ao topo são necessários bons resultados no desenvolvimento de projetos industriais.



Figura 42 – Rota do pilar EEM

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

Fazendo-se um comparativo entre TPM e PMBOK, na ótica da metodologia TPM são utilizados os DRs para o sequenciamento dos processos envolvidos no projeto, conforme descreve o item 3.2.1 deste trabalho, sendo no total de 7, no caso específico deste estudo de caso. Por outro lado, o guia PMBOK sugere a utilização de 5 etapas para a elaboração de um projeto, de acordo com o item 3.3.2 discorrido neste trabalho. A situação comparada pode ser vista na figura 42.

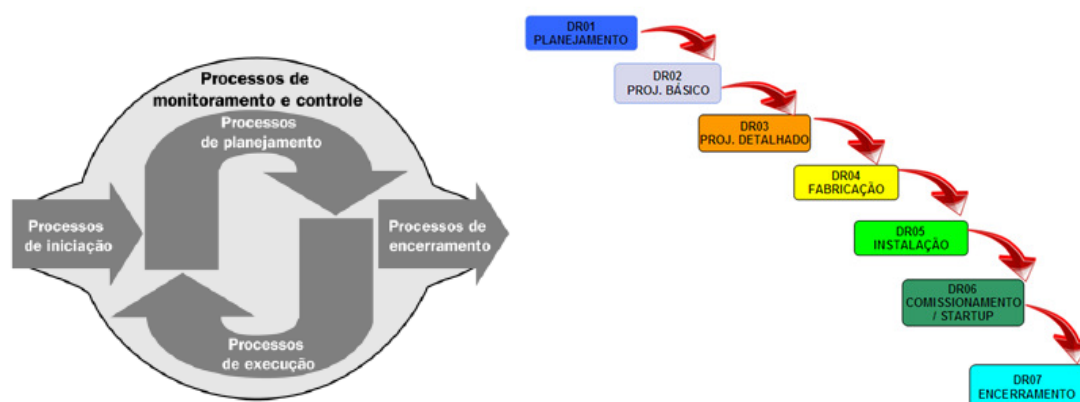


Figura 43 – À esquerda: processos do PMBOK, à direita: processos do TPM

Fonte: PMBOK, 2004; Autoria própria, 2011.

Dentro de cada DR há uma divisão do projeto em entregáveis, de acordo com um fluxo, ilustrado na figura 44, que foi definido pelos próprios membros do pilar EEM da indústria de embalagens cartonadas. A lógica utilizada na elaboração deste fluxo de projetos foi a da tentativa da integração da metodologia TPM e das boas práticas, mencionadas no guia PMBOK.

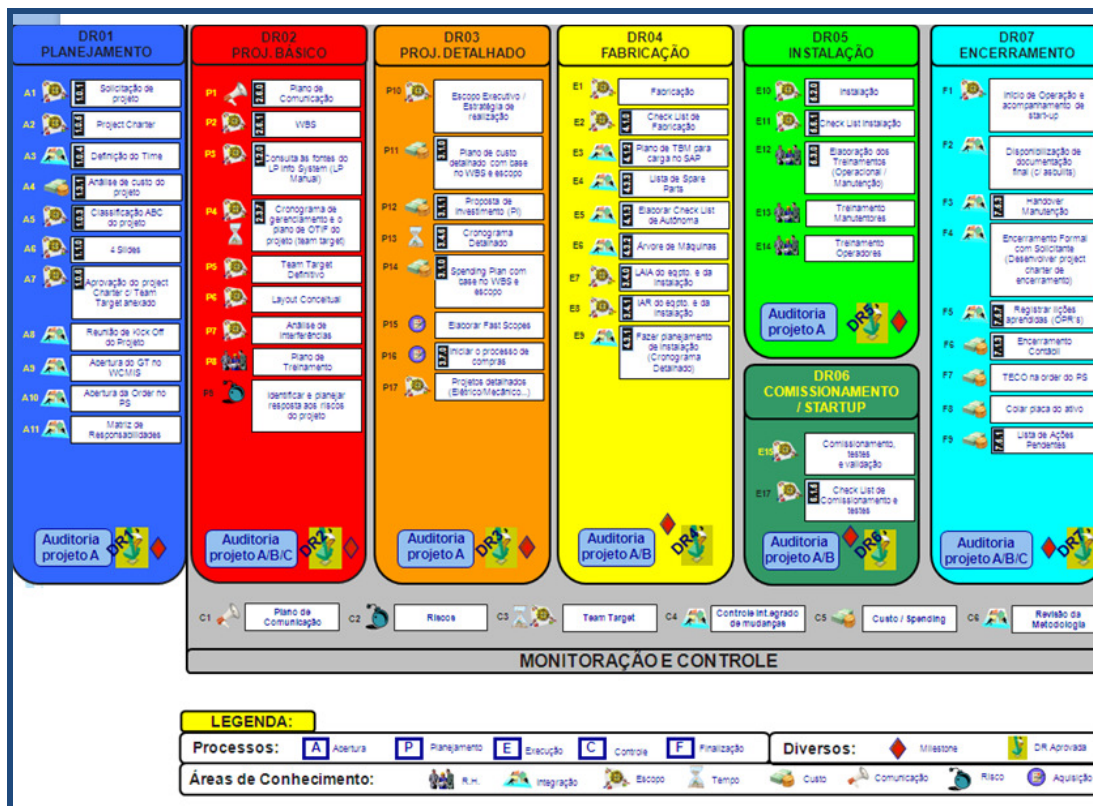


Figura 44 – Fluxo de projetos de uma indústria de embalagens cartonadas

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

Vê-se na figura 44 que há uma cor diferente para ilustrar cada *Design Review*, dentre eles: planejamento, projeto básico, projeto detalhado, fabricação, instalação, comissionamento/start-up e encerramento. Em cada retângulo branco estão representados os chamados *deliverables* ou entregáveis do projeto. Ao lado de cada entregável há um ícone representando as áreas de conhecimento, designadas pelo guia PMBOK, do PMI (*Project Management Institute*). Os *milestones* ou marcos de cada fase é a auditoria de cada DR, onde é avaliada a qualidade dos entregáveis, bem como o número de ações geradas no *check-list* de por DR. Um exemplo deste é ilustrado na figura 45.

Perguntas		Respostas				
No.		Resposta	Atualizar plano de ação			
			Ações - Fábrica Ações / Comentários	Responsável	Data	Status
1	As metas foram estabelecidas conforme a capacidade da máquina, incluindo a máxima velocidade mecânica, EE e Performance Rate?	Não	Levantar tempos relacionados ao novo ciclo proposto ECRS)	Flavio		Planned
2	As metas foram estabelecidas baseando-se em dados das máquinas anteriores?	Não	Verificar fluxo de produção em Monte Mor	Flavio		Planned
3	Foram estabelecidas metas de Mão de Obra requerida para operação e set up da máquina?	Não	Definir alimentação do novo magazine, ou necessidade de informação de inserção manual	Thiago		Planned
5	As metas de qualidade foram claramente definidas, incluindo Quality Rate, Cp ou Cpk?	Sim	Verificar problemas de qualidade relacionados ao pallet.	Valquiria		Done
6	Os responsáveis por Qualidade e Pilar de MQ foram consultados para o estabelecimento das metas?	Não	Consultar Qualidade Sobre problemas com pallet (claims)			Planned
1	Foi feita uma lista com os problemas de confiabilidade em máquinas similares (usando dados e experiências passadas)?	Não	Levantar problemas relacionados a confiabilidade apresentados no magazine existente	Adilson		Planned
2	Esta lista foi considerada no projeto do novo equipamento?	Não	Fazer as conexões para a novo magazine			Planned
3	Foi estabelecida uma meta para MTBF?	Não	Verificar MTBF corrente e manter (target Sheet)			Planned
8	O FMEA foi iniciado?	Não	Verificar FMEA existente da Planta de Paletização	Flavio		Planned
1	O equipamento está de acordo com as normas CE (Comunidade Europeia) ou outras normas de segurança aplicáveis?	Não	Considerar dispositivos de segurança no novo lay out, cortinas de luz, guardas de proteção, etc.	Flavio		Planned
2	O pilar de Segurança está envolvido no time do projeto?	Não	Apresentar modificações de fluxo ao pilar de segurança	Thiago		Planned
5	O time considerou todos os equipamentos necessários de prevenção a acidentes?	Não	Validar IAR para novo equipamento e fluxo de operação	Thiago		Planned
6	Todas as melhorias potenciais de segurança foram definidas?	Não	Conduzir ações IAR	Flavio		Planned
7	Existem experiências de segurança anteriores disponíveis?	Não	Verificar magazine existente	Flavio		Planned
2	O Pilar de Meio Ambiente foi envolvido no time?	Não	Verificar ganho em impacto ambiental com redução da fumigação.	Flavio		Planned
1	O desenho do Lay out foi feito considerando equipamento, fluxo de materiais, posição de operação e utilidades?	Não	Simular novo lay out, Kuka Sim Pro, discutir armazenagem distinta para pallets	Flavio		Planned
6	Foi considerada a área requerida para entrada, saída e estoque de materiais na	Não	Verificar área de abastecimento, riscos, saída de doctor	Flavio		Planned
8	Foi considerada a área requerida para movimentação e manuseio de materiais ?	Não	Verificar fluxo de abastecimento dos materiais em nova	Flavio		Planned

Figura 45 – Exemplo de *check-list* de um DR

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

Dentro do *check-list* apresentado na figura 45, há varias perguntas que o time do projeto deve responder com as opções: sim, não, parcialmente ou não aplicável, nas quais para todas as respostas não, uma ação correspondente deve ser gerada, com seu respectivo responsável, data e *status*. Estas ações e outras que venham a surgir no decorrer do projeto alimentam um *action plan* ou plano de ação, conforme apresentado na figura 39.

As perguntas dos *check-lists* dos DRs para os projetos industriais ajudam o time do projeto a pensar em várias situações que ajudam a prevenir erros na instalação e estão relacionados à:

- Produtividade/capacidade;
- Qualidade;
- Confiabilidade e manutenção;
- Manutenção Autônoma;
- Segurança;
- Meio Ambiente;
- Layout e fluxo;
- Planejamento;
- Educação e treinamento;
- Custo.

Geralmente, em cada projeto é montado um time com formações interdisciplinares, ou seja, membros de outros pilares, como: qualidade, melhorias focadas, manutenção, segurança, dentre outros. Dessa forma, cada um pode

contribuir com seus conhecimentos para elaboração das ações dos DRs e assim ajudar no desenvolvimento do projeto.

Como forma de acompanhamento do projeto, pelo Gerente de Projetos ou cliente, há um documento chamado de *team target*, apresentado na figura 46, onde são mensurados algumas informações relevantes do projeto, tais como: datas planejadas e real da conclusão de cada DR, data de entrega do equipamento e do vertical *start-up* (comissionamento), bem como quais indicadores (KPIs) da fábrica poderão ter impactos positivos ou negativos durante a elaboração do projeto. O risco também é mencionado nos respectivos impactos, podendo ser baixo, médio ou alto. Este documento deve ser atualizado pelo líder a cada mudança real de passo (DR).

EEM TEAM TARGET												
"Nome do Projeto"							Status do time					
							Iniciado					
							Data planejada de entrega		15 July 2011		DD-MM-YYYY	
							Principal objetivo		0,005 TW			
							Tempo do Vertical Start Up		15		Days	
	Objetivo do Projeto			Planos e Resultados								
		Tipo	Target	DR1	DR2	DR3	DR4	DR5	DR6	Resultados	DR 7	
Entregas	Datas planejadas para os passos	DD-MM-AAAA	n/a	01/01/2011	01/02/2011	01/03/2011	01/04/2011	01/05/2011	01/06/2011	n/a	15/07/2010	
	Data real de mudança de passo	DD-MM-AAAA	n/a							n/a		
	Data de entrega do equipamento	DD-MM-AAAA	15/07/2011	n/a	n/a							
	Vertical start up	Dias	15	n/a	n/a	Low risk						
Custo	Target EE	%	1			Low risk			High risk			
	Target waste	%	0,005			Low risk			Medium risk			
	Budget do projeto	K€	30			Low risk						
	Produtividade											
	Outro	Breakdown	0					Medium risk	High risk			
Quality	Redução de Claims	#										
	Atendimento às especificações	%	100						Medium risk			
	CPK Parâmetro 1											
	CPK Parâmetro 2											
	Outro											
MA												
S&H												
Método	Auditorias	Pontos								n/a		

Figura 46 – Team target do pilar EEM

Fonte: Pilar EEM de uma indústria de embalagens, 2010.

Utilizando-se de recursos da metodologia TPM agregadas aos conhecimentos fornecidos pelo guia PMBOK, a probabilidade de sucesso de um projeto industrial torna-se maior que a utilização de técnicas tradicionais de Gerenciamento de Projetos. Conforme pode ser visto na figura 47, utilizando-se de técnicas e ferramentas do pilar EEM a curva de problemas é maior no início do projeto, ou seja, na fase de planejamento e projeto detalhado, onde é o momento ideal para modificações no escopo, quando necessários.

De fato, o custo é menor nesses casos, pois este aumenta quando as mudanças são requeridas no meio ou no final do projeto. Observa-se na curva que com o emprego de técnicas tradicionais os problemas tendem a aumentar na fase

de instalação do projeto, gerando atrasos na entrega do equipamento e, conseqüentemente, para a produção, ocasionando perda de rentabilidade para a organização.

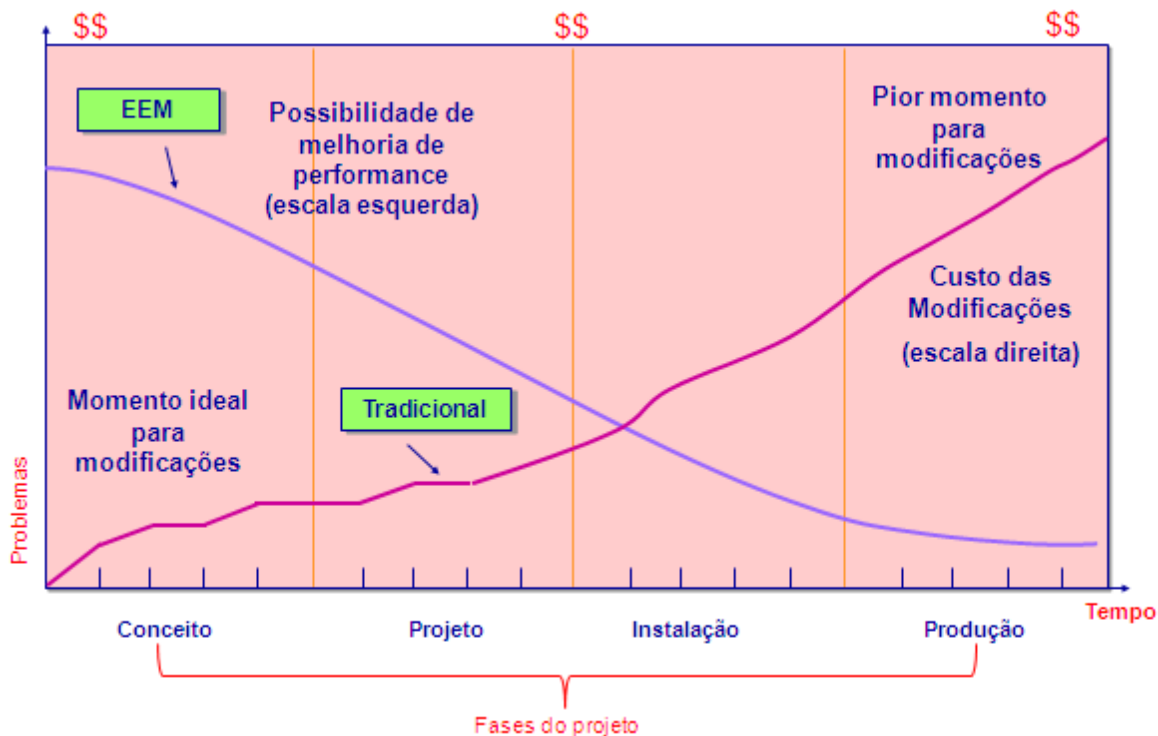


Figura 47 – Gráfico comparativo de um projeto industrial utilizando EEM vs método tradicional

Fonte: Autoria própria, 2011.

Em suma, analisando-se a situação de uma indústria que utiliza os princípios da metodologia TPM agregadas com as boas práticas do guia PMBOK, o resultado do gerenciamento de projetos industriais deve ser de uma redução para busca do *start-up* vertical, atingindo-se o *On Time In Full* (OTIF) mais rápido do que em métodos tradicionais, pois o planejamento e a busca pela prevenção de erros antes da instalação e do comissionamento são fundamentais para atingir tais resultados. A figura 48 à direita, mostra uma comparação de resultados típicos de indústrias que utilizam o TPM, ou seja, com pilar *Early Equipment Management* (EEM) implantado e, a figura 48 à esquerda, de outras que preferem o método tradicional de gerenciamento de projetos.

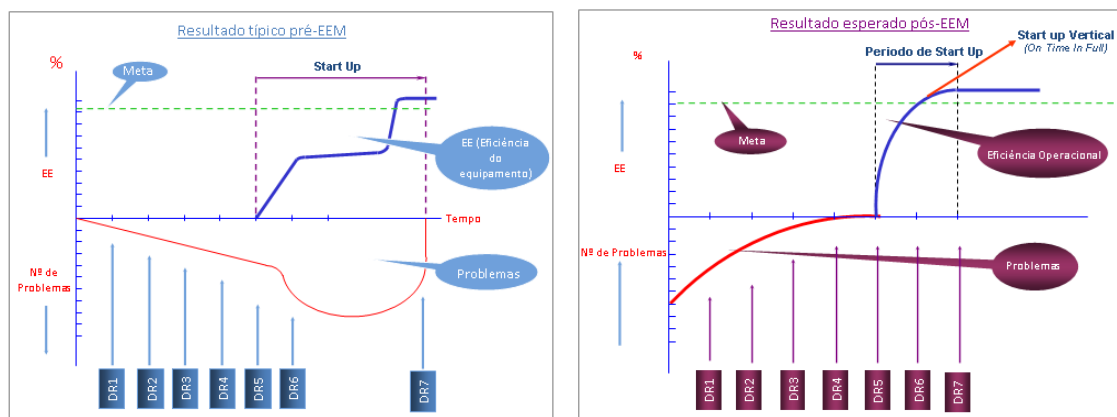


Figura 48 – à esq.: Indústrias sem pilar EEM; à dir.: com pilar EEM implantado

Fonte: Autoria própria, 2011.

6 CONCLUSÕES

Dentro da fundamentação teórica, foi discorrido sobre a metodologia TPM, abrangendo, de maneira geral, conceitos, indicadores e os seus principais pilares. Esta metodologia é utilizada nas maiores indústrias multinacionais do mundo, pois a mesma introduz uma cultura organizacional com foco na redução de perdas, custos, defeitos, quebras e acidentes maximizando a eficiência, qualidade e a confiabilidade do sistema produtivo, proporcionando um melhor ambiente de trabalho e motivação para os colaboradores desta.

O pilar de Gestão Antecipada de Equipamentos ou *Early Equipment Management* (EEM) em uma indústria que utiliza o TPM como princípio, foca na prevenção de erros durante a instalação e comissionamento de novos projetos industriais. Considera-se que um novo projeto ou máquina instalada deve ter boa operacionalidade, manutenibilidade, confiabilidade, segurança e flexibilidade, facilitando o trabalho para os operadores e manutentores, após a liberação para a produção.

Quando se fala em Gerenciamento de Projetos não existe uma forma ou modelo ideal para ser utilizado no desenvolvimento de projetos. Mas, a fim de suprir tal necessidade o guia PMBOK, do PMI sugere boas práticas para serem empregadas em projetos de diversas áreas do conhecimento. É um guia bastante utilizado pelos profissionais da área de Engenharia de Projetos e globalmente reconhecido pelas mais variadas organizações e instituições.

Sendo assim, foi apresentada uma visão geral do guia PMBOK neste trabalho, de forma a oferecer um conhecimento básico a ser utilizado em projetos industriais, já que fornece uma boa base para um Gerente de Projetos. Foram apresentados os diversos processos de gerenciamento que podem ser aplicados em projetos multidisciplinares.

Com os conhecimentos obtidos com o guia PMBOK e com a metodologia TPM, foi sugerida uma proposta de integração entre as duas na prática de projetos industriais, apresentando um modelo ou fluxo padrão, contendo os entregáveis para cada *Design Review* (DR) ou fase do projeto, o qual poderia ser seguido por uma organização que tivesse o setor de Projetos em sua estrutura.

De forma sucinta, apresentou-se um estudo de caso de uma indústria multinacional de embalagens cartonadas que emprega a metodologia TPM, no setor

de Engenharia de Projetos Industriais, aplicando-se os conhecimentos, técnicas e ferramentas do pilar de EEM.

Com o modelo proposto neste trabalho foram apresentadas diversas vantagens quando uma indústria possui um pilar de Gestão Antecipada do Equipamento instalado, pois a quantidade de problemas solucionados na fase de planejamento do projeto tende a prevenir erros durante a instalação e comissionamento para a produção. Portanto, o modelo proposto de integração entre TPM e PMBOK na prática de projetos industriais deste trabalho, visa entregar máquinas e equipamentos com maior índice de desempenho produtivo, com a mais alta confiabilidade, em um tempo menor, com um menor custo, viabilizando dessa maneira a utilização deste modelo em uma organização.

Como proposta de trabalhos futuros, sugere-se o estudo de outras metodologias de gestão de projetos, como, por exemplo, a Prince2 (*Projects in Controlled Environment*), que é um padrão de gerenciamento de projetos inglês. Recomenda-se o desenvolvimento de uma proposta de integração entre o padrão Prince2 e a metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), aplicada tanto em projetos industriais quanto em outras áreas.

7 BIBLIOGRAFIA

ALLEN, R. **Train Smart: ensinando e treinando com inteligência**. Tradução de: Jairo Mancilha. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2003. Original inglês.
BERK, Joseph e Susan. **Administração da Qualidade Total**. São Paulo: IBRASA, 1997.

BORNIA, A. C. **Mensuração das Perdas dos Processos Produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. Florianópolis, Março de 1995. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade estadual de Santa Catarina.

EFESO, C. **World Class Manufacturing Management: Early Equipment Management**. São Paulo: Outline, 2003.

HARDING, Hamish Alan. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 1981.

JAPANESE INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. **Focused Equipment Improvement for TPM Teams**. Tradução de: Karen Sandness. Portland: Productivity Press, 1997. Original japonês.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

PILAR, EEM. **Gestão Antecipada do Equipamento**. *World Class Manufacturing*. Ponta Grossa: Tetra Pak LTDA, 2001.

PMI, Project Management Institute. **Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (PMBOK)**. 3. ed. Newtown Square, Pennsylvania: Four Campus Boulevard, 2004.

SANTOS, A., M.V.B. Artigo: Iniciando Gerenciamento de Projetos para Empresas na Construção Civil. Disponível em:
<http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/675>.

SUZUKI, T. **TPM em indústrias de Processos**. São Paulo: Copyright, 1992.

TAKHASHI, Yoshikazy. OSADA, Takashi. **TPM / MPT - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993.

WYREBSKI, J. **Manutenção Produtiva Total – Um modelo adaptado**. Florianópolis, Junho de 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina.